Beiträge zur Kenntniss der Gallen von Java.

3. Ueber die Entwicklung und Anatomie einiger Markgallen und über Kallus

von

W. und J. DOCTERS VAN LEEUWEN—REIJNVAAN.
Samarang—Java.

(Mit Figur 1—6 im Text und Figur 7—22 auf Tafel I).

EINLEITUNG.

Nur sehr wenige Untersucher haben über die Anatomie der echten Markgallen gearbeitet, und es bestehen über die Entwicklung derselben nur einzelne Mitteilungen. Sehr ausführlich hat Beyerinck [1]) die Entwicklung der von einer Cynipide an Hieracium-Arten gebildeten Markgalle beschrieben und weiter hat Skrzipietz [2]) über die Anatomie dieser interressanten Galle gearbeitet. Von Hieronymus [3]), von Vayssière und Gerber [4]), und in letz-

---

1) M. W. Beyerinck. Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. Amsterdam, 1882. Die Hieraciumgalle. Seite 45. und flg.

2) P. Skrzipietz. Die Aulax-Gallen auf Hieracium-Arten. Inaugural-Dissertation. Breslau. 1900.

3) G. Hieronymus. Beiträge zur Kenntniss der Europäischen Zoocecidien und der Verbreitung derselben Ergänzungsheft z. 68 Jahr. Bericht d. Schlesischen Gesellsch. f. vaterl. Cultur. Breslau, 1890. S. 49 u. f.

4) Vayssière et Gerber. Recherches cécidologiques sur Cissus albidus L. et C. salvifolius L. croissant aux environs de Marseille. Ann. d. l. Faculté d. Sc. d. Marseille, 1902.

ter Zeit auch von uns selbst [1]) sind einige Markgallen untersucht worden. Houard [2]) speziell, hat sehr viele dieser in einigen Arbeiten beschrieben.

Bis jetzt haben wir auf Java noch wenige Markgallen gefunden, unter diesen waren aber einige interressante Formen. Wir wollen in den folgenden Seiten einige Gallen getrennt behandeln und dann am Ende eine Uebersicht der erhaltenen Resultate geben.

1) W. und J. Docters van Leeuwen—Reijnvaan. Ueber die Anatomie und die Entwicklung einiger Isosomagallen auf Triticumarten. Marcellia Vol. 6, 1907. Seite 68 u. f.

Idem. Kleinere Cecidologische Mitteilungen. 1. Eine von der Sesiide, Aegeria uniformis an Commelina gebildete Stengelgalle. Berichte der Deutschen Botan. Gesellschaft. 1910.

2) C. Houard. Recherches anatomiques sur les Galles de Tiges. Pleurocécidies, Bull. scient. d. l. France et de l. Belgique. Vol. 38, 1903. S. 140.

Idem. Acrocécidies. Annales d. Sc. natur. 8. Série, 1904. S. 289.

I. Die von einer Fliege auf Stephania discolor Spreng. gebildeten Stengel- und Blattstielgallen.

A. Beschreibung der Galle.

Diese Galle, welche wir in grosser Zahl in der Umgebung von Soerakarta und neuerdings auch unweit Samarangs gefunden haben, ist schon in unsrem ersten Beitrag zur Kenntniss der Gallen von Java [1]) beschrieben worden. Dort findet man auch eine Zeichnung dieser Stengelgalle.

Deutlichkeitshalber fügen wir hier noch einmal eine Beschreibung und eine Zeichnung (Figur 9) der Galle bei. Diese Gallen entstehen sowohl auf den Stengeln als auch auf den Blattstielen; beide haben dieselbe Form, allein die Stengelgallen sind etwas grösser als die anderen. Die infizierten Teile sind zu ungefähr 5 mm. dicken und etwa 20 mm. langen zylinderförmigen Gebilden angeschwollen, welche über ihre grösste Länge fast gleichmässig dick sind und an ihren beiden Enden plötzlich in den normalen Stengel übergehen.

In der Jugend sind die Gallen nicht allein kleiner, sondern auch anders gefärbt. Sie sind dann zart und von grüner Farbe. Allmählig gehen sie ins bräunliche über und es bilden sich dann viele Lentizellen, wodurch sich an der Oberfläche der Galle Längsrisse bilden. Im Innern der Galle findet sich eine lange Larvenhöhle, welche von einer Dipterenlarve bewohnt wird. Zweimal haben wir diese

1) J. und W. Doct. van Leeuwen-Reijnvaan. Einige Gallen aus Java. Marcellia. Vol. 8. 1909. N. 22. Seite 34.

Galle in grosser Anzahl gefunden, aber es gelang uns nicht die darin lebenden Tiere gross zu züchten, weshalb wir sie sämtlich in Alkohol konservierten.

Die meisten bis jetzt in dieser Hinsicht untersuchten Gallenfliegen legen ihre Eier auf die Oberfläche der Pflanzenteile; die aus diesen Eiern ausschlüpfenden Larven fressen sich bald in die Gewebe hinein. Die Eier der Fliegen haben wir bis jetzt noch nicht gefunden, den Bohrkanal, welchen die Larve gebildet hat, findet man aber sehr leicht, da oberhalb der Galle deutlich die Überreste eines nachher wieder geschlossenen Kanales sichtbar sind.

Dieser Kanal führt von der Oberseite der Gallenkammer nach oben und dann nach aussen. Der Kanal selbst ist verschwunden; ist aber an den gebräunten Zellen bequem wieder zu erkennen. Die Kammer liegt im Mark, aber etwas exzentrisch. Die Galle ist nach allen Seiten gleich stark ausgewachsen, und besitzt, wie Houard[1]) das schon bei vielen Markgallen gefunden hat, eine Symmetrieachse. Die Liegung der Kammer ist für die Entstehung einer regelmässig um einer Achse gebildeten Galle nicht von soviel Bedeutung, wie der Bau des Stengels in dem Moment, wo der Gallenreiz anfängt zu arbeiten, wie wir das am Ende dieses Artikels noch näher erklären werden.

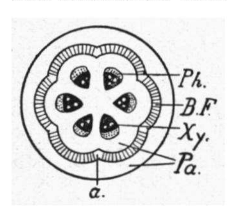
Nach dieser kurzen Einleitung können wir mit der Anatomie und Entwicklung der Galle anfangen.

B. Anatomie und Entwicklung.

Die beiden Organe, die in Gallen umgewandelt werden können, d. h. Stengel und Blattstiel, haben im Wesentlichen gleichen Bau. Es ist darum klar, dass die Anatomie der Stengelgallen von der der Blattstielgallen nicht nennens-

1) C. Houard. Rech. anat. s. l. galles des Tiges. Pleurocécidies. Bull. sc. d. l. France et de la Belgique. Vol 38. 1903. S. 402. u. f.

wert verschieden ist. Da die Zeichnungen sich zufälligerweise am leichtesten nach Präparaten von Blattstielen anfertigen liessen, wählten wir diese für die Beschreibung des normalen und abnormalen Zustandes.



Figur 1. Durchschnitt eines normalen jungen Stengels von *Stephania discolor* × 20.
***a.* = Stelle der Bastfaserscheide, welche aus grösseren, weniger verholzten Elementen besteht, als die übrigen Teile.**
***Pa.* = Parenchym.**
***Xy.* = Xylem.**
***B.F.* = Bastfaser.**
***Ph.* = Phloem.**

In Figur 1 haben wir einen Querschnitt eines normalen jungen Blattstieles gezeichnet. Das Mark besteht aus gewöhnlichen nicht besonders grossen runden Zellen. Um dieses herum liegen die 6 oder 7 Gefässbündel, die normalen Bau haben, mit einem kleinen dem Marke zugewandten Xylem-teil und einem nach aussen gerichteten Phloem. Im Xylem, das noch wenig verholzt ist, liegen nur einige grössere Gefässe, die von kleineren Holzelementen umgeben sind. Das Phloem ist besonders grosszellig und enthält undeutliche Kambiformzellen. Die Gefässbündel sind durch 5-7 Zellen breite Markstrahlen von einander getrennt.

Ausserhalb des Gefässbündelkreises liegt das Rindenparenchym (Figur 1 *Pa*). Hierin unterscheidet man ein eigentümlich gebildetes Sklerenchymband (B. F.). Dieses Band, welches 5 Zellen dick ist, teilt die Rinde in ein inneres und ein äusseres Parenchym, welche beide ungefähr gleich stark sind. Das Band ist volkommen geschlossen, bildet aber keinen regelmässigen Kreis, sondern ist über jede Phloemgruppe bogenförmig gewölbt.

Je zwei Bogen erreichen einander in der Mitte jedes Markstrahles, und bilden dort zusammen einen dem Marke zugekehrten Zipfel (Figur 1 *a*). Die Sclerenchymfasern des Bandes sind schon gut ausgebildet und ihre Wände sind

bereits verholzt. Die Fasern der bogenförmigen Teile sind englümig und stärker verholzt als die, welche die Zipfel bilden. Diese Elemente sind grösser und weitlümiger und enthalten noch lange Zeit Stärkekörner, nachdem die übrigen Fasern schon stark verholzt sind. Es ist deutlich, dass das Bastfaserband an diesen Stellen viel weniger widerstandsfähig ist, als in den bogenförmigen Teilen. Dieses ist von grosser Bedeutung für die Bildung der Galle, wie wir nachher sehen werden.

Wie schon gesagt, schliesst der Bastfaserring nicht an den Gefässbündeln an, sondern beide werden durch ein parenchymatisches Gewebe von einander getrennt. Dieses Parenchym ist in den jungen Stielen noch gut entwickelt und grosszellig. Das ausserhalb des Bastringes gelegene Rindenparenchym ist von gewöhnlichem Bau ohne kollenchymatische Verdickungen. Eine Epidermis mit kutinisierter Aussenwand bildet die äusserste Schicht des Querschnittes.

Bei der weiteren Ausbildung des Blattstieles finden noch einige Veränderungen statt. Zuerst sei aber bemerkt, dass die Stiele nicht sehr dick werden und dass auch die Stengel nie einen grossen Querschnitt erreichen; der älteste Stengel, den wir finden konnten, war nur 2½ mm. dick, weil aber keine bedeutende Veränderungen auftreten, haben wir der Beschreibung keine Abbildung beigefügt.

Die primären Gefässbündel sind ganz deutlich von einander getrennt. Sekundäre Gefässbündel entstehen nicht, sodass auch kein geschlossener Holzring gebildet wird. In den Gefässbündeln hat Dickenwachstum stattgefunden. Zwischen Phloem und Xylem ist ein Kambium entstanden und hieraus werden sekundäre Gewebe gebildet. Das neugebildete Holz wird allmählig etwas breiter, es enthält viele besonders grosse, weitlümige Gefässe, wie diese allgemein in den Stengeln von Kletterpflanzen gefunden

werden. Das sekundäre Phloem ist ebenso gebaut, wie das primäre. Dieses letztere ist nach aussen gedrungen, wobei seine Elemente schliesslich sehr stark zusammengedrückt werden.

Das innere Rindenparenchym, das hauptsächlich zwischen den Phloemgruppen und den Bastfaserkappen lag, und in dem jungen Stiel grosszellig war, ist durch das Auswachsen des Phloems ineinander gedrungen, sodass die Zellen desselben abgeflächt sind. Der Bastfaserring hat denselben Bau behalten und auch die Zahl der Schichten bleibt unverändert.

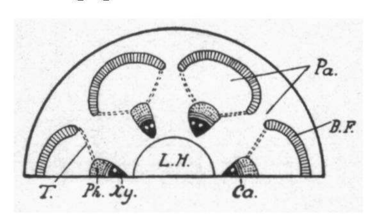
Auch das äussere Rindenparenchym ist dasselbe geblieben; Kollenchym ist nicht entstanden. Die kutinisierte Epidermis ist an einigen Stellen gespalten ohne dass Lentizellen gebildet werden. Dieses geschieht aber wohl an dem verdickten Teile am Fusse jedes Blattstieles und auch an den alten Stengeln. Die unter dieser Spalte gelegenen Zellen haben sich einige Male in radialer, aber zumal in tangentieller Richtung geteilt. Die Epidermis ist dadurch etwas nach oben vorgewölbt worden. Auf diese Weise ist eine Lentizelle entstanden, die aber sehr klein bleibt (Figur 16). Niemals konnten wir grössere finden, auch an den ältesten Stengeln nicht; die neugebildeten Zellen unter der Epidermisspalte sind nicht stark abgerundet und bedeutende Interzellularen entstehen denn auch nicht.

Der Bau des Stengels weicht nur insofern von obenstehender Beschreibung des Blattstieles ab, dass die Zahl der Gefässbündel etwas grösser ist, meistens findet man ihrer zehn. Das Dickenwachstum ist stärker als in den Blattstielen, aber ein geschlossener Holzring wird ebensowenig gebildet; es sind immer nur die deutlich von einander geschiedenen primären Gefässbündel zu finden.

Für die Beschreibung der Galle wollen wir zuerst ein junges Exemplar nehmen, wobei der angeschwollene Teil

des Blattstieles eine Dicke von 1 mm. erreicht hat, während ein normaler Stiel von demselben Alter nur ½ mm. dick ist. In Figur 2 ist die Hälfte des Querschnittes einer solchen Galle schematisch wiedergegeben.

Eine kleine Larvenkammer liegt im Zentrum der Galle, und es wurde das Mark fast ganz von der Larve verzehrt. Um diesen zentralen Teil, dessen Durchmesser zweimal so gross ist, als der des Markes eines normalen Stieles, liegen wieder die sechs Gefässbündel. Der Kreis, den diese bilden, ist auch ungefähr zweimal so gross geworden. Die Gefässbündel selbst sind wenig verändert, während die Markstrahlen viel breiter geworden sind. Diese Vergrösserung entsteht nur durch Zellvergrösserung, denn wenn man die Zellen zählt, die in einer Reihe zwischen zwei neben einander gelegenen Gefässbündel liegen, so findet man 5—7 im normalen, sowie im geschwollenen Stiel; die Zellen sind aber im letztere Fall viel grösser. Auch die Zellen des Markes, welche noch von der Larve verschont geblieben sind, sind grösser geworden.

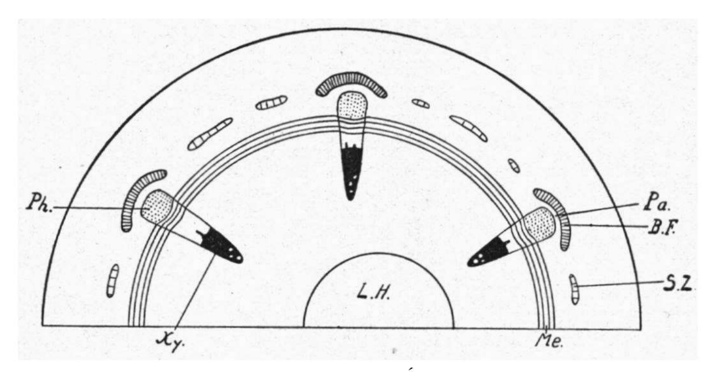


Figur 2. Durchschnitt einer sehr jungen Galle. × 20.

T. = **Meristematische Zellstreifen.**
Ph. = **Phloem.**
Xy. = **Xylem.**
L.H. = **Larvenhöhle.**
Ca. = **Kambium.**
B.F. = **Bastfasern.**
Pa. = **Parenchym.**

Die Gefässbündel haben wenige Veränderungen erlitten. Während im normalen Stiel in dieser Periode noch nichts von Kambium zu spüren war, war dieses bei der Galle schon entstanden (Figur 2 *Ca*). Daraus haben sich viele kleine zartwandige Zellen entwickelt. Bis jetzt ist dies fast die einzige Vermehrung von Zellen, welche bei der

Gallenbildung aufgetreten ist. Auch die Rinde (Pa) ist breiter geworden und dabei ist es besonders das innere



Figur 3. Querschnitt einer Galle, etwas älter als die der Figur 2. × 20.

Ph. = Phloem. *Xy.* = Xylem.
L.H. = Larvenhöhle. *Me.* = Meristem.
S.Z. = Steinzellen. *B.F.* = Bastfasern.
Pa. = Parenchym.

Parenchym, dessen Zellen sich ausgedehnt haben. Die Zellen zwischen dem Phloem und den Bastfaserkappen sind sehr weitlümig geworden, ihre Anzahl ist dagegen unverändert geblieben.

Nur in denjenigen Zellen, welche die Markstrahlen begrenzen und zwischen der Ecke der Phloemgruppe und einem Zipfel des Bastfaserringes liegen (*T*) haben einige Teilungen stattgefunden. Es liegen dort immer in einer Reihe einige flache Zellen zwischen den übrigen runden Parenchymzellen. Der Bastfaserring ist bei der Dehnung der Gewebe in verschiedene Stücke zerbrochen. Die verholzten Fasern konnten ihren Durchmesser nicht vergrössern und man findet die bogenförmigen Teile des Ringes unverändert zurück.

Die Zipfel aber, deren Elemente nicht so stark verholzt und weitlümiger waren (Figur 1 *a*), sind einfach zerrissen.

Die verholzten Elemente schliessen dort nicht mehr an einander, sondern es ist eine Spalte dazwischen entstanden und die entstandenen Lücken sind von breiten, flachen Parenchymzellen gefüllt worden. So sieht man, dass die mit *B.F.* bezeichneten Gewebe keinen geschlossenen Ring mehr bilden, sondern in verschiedene bogenförmige Teile zerfallen sind.

Das äussere Rindenparenchym ist grosszelliger geworden, zeigt aber weiter noch keine Veränderungen. Ausser dem Auftreten von Kambium in den Gefässbündeln ist bis jetzt die Schwellung des Stieles also nur durch Zellvergrösserung verursacht.

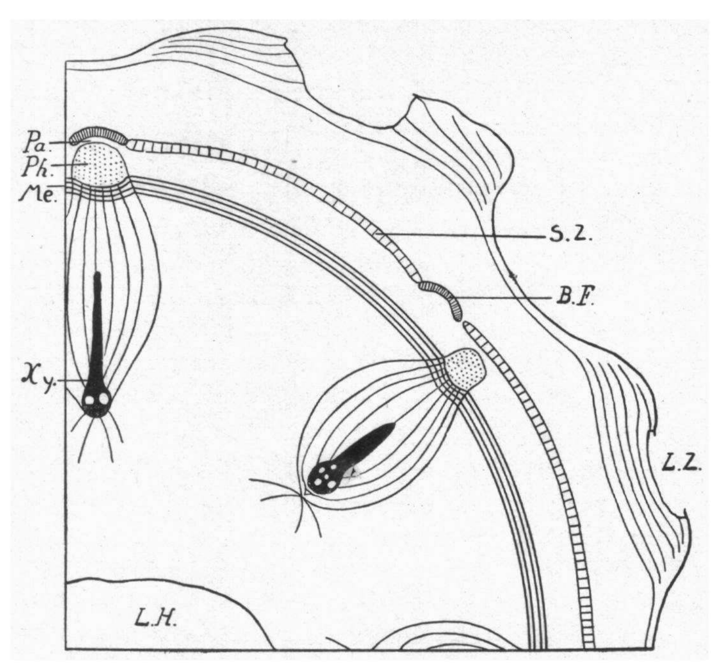
In noch jüngeren Gallen sind all diese Veränderungen schon ein wenig sichtbar. Es zeigt sich in diesem Stadium die interressante Tatsache, dass durch die Spannung der inneren Gewebe die Bastfaserscheide gebrochen wird und auf regelmässige Abstände Spalten entstehen, gerade an den Stellen, wo die Scheide am schwächsten gebaut war, (also bei *a* in Figur 1). Diese Spalten werden, wie wir schon gesehen haben, bald von den wachsenden Parenchymzellen wieder ausgefüllt.

Betrachten wir jetzt einen Querschnitt einer älteren Galle, deren Durchmesser wieder zweimal so gross (2 mm.) geworden ist und der in Figur 3 schematisch wiedergegeben ist. Die Larvenhöhle ist etwas geräumiger geworden und liegt jetzt nicht mehr zentral, sondern immer etwas nach einer Seite, sie ist ziemlich unregelmässig von Form und wird von Parenchym umgeben, worin kein besonderes Nahrungsgewebe zu unterscheiden ist. Die Gefässbündel nehmen nur einen sehr kleinen Teil des Querschnittes ein. Die sechs Bündel liegen wieder in einem Kreise. Sie sind aber doch nicht breiter geworden und liegen denn auch fern von einander, in radialer Richtung dagegen sind sie sehr viel grösser geworden.

Das Kambium hat nach beiden Seiten reichliches Gewebe geliefert, zumal aber nach der Seite des Xylems. Von diesem letzteren ist aber nur ein Teil verholzt, der an dem primären Xylem anschliesst. (In der Figur schwarz angegeben). Der mittlere Teil des Gefässbündelschnittes wird durch ein dünnwandiges und meristematisches Gewebe eingenommen. Das neu entstandene Phloem ist normal gebaut. Die Gefässbündel sind von einander getrennt durch breite Strecken von Parenchymzellen.

Dadurch das ein Meristem entstanden ist, sind die Markstrahlen sehr breit geworden und hat darin auch eine grosse Zellenvermehrung stattgefunden. Dieses Meristem liegt überall ungefähr in derselben Höhe wie die Kambiumlagen in den Gefässbündeln und bildet zusammen mit diesen Kambien einen geschlossenen Kreis (Figur 3 *Me*). Daraus ist ein breites Band von ziemlich flachen, dünnwandigen Zellen entstanden; die mehr nach dem Zentrum gelegenen Zellen sind abgerundet und schliessen an die Markzellen an. Die Rinde ist viel stärker geworden und bei einer Vergleichung der Figur 3 mit Figur 2 stellt sich klar heraus, dass sich dabei das äussere Parenchym vergrössert hat. Das innere Parenchym (Figur 3 *Pa*) dagegen nimmt einen kleineren Raum ein. Seine Zellen sind durch die starke Vermehrung des Phloems abgeflacht und zusammengedrückt. Die bogenförmigen Bastfaserkappen sind unverändert geblieben, und nehmen ebenfalls nur einen kleinen Teil des Kreises ein. Sie sind durch Parenchym von einander getrennt. In diesem Parenchym haben sich aber Steinzellen (*S.Z.*) gebildet, welche in verschiedenen ziemlich unregelmässigen Gruppen liegen und zusammen mit den ursprünglichen Bastfaserkappen einen, zwar unterbrochenen, Kreis bilden. Diese Steinzellen haben verholzte, getüpfelte Wände. Ihr Lumen ist zumal in tangentieller Richtung viel grösser geworden, als das der

ursprünglichen Bastfasern; sie liegen in Gruppen neben einander und diese sind ein oder zwei Zellen dick.



Figur 4. Querschnitt einer erwachsenen Stengelgalle. × 20.

B.F. = Bastfasern.	*L.H.* = Larvenhöhle.
S.Z. = Steinzellen.	*Me.* = Meristem.
Pa. = Parenchym.	*Ph.* = Phloem.
Xy. = Xylem.	*L.Z.* = Lentizellen.

Figur 4 gibt ein Viertel eines Querschnittes einer erwachsenen Galle schematisch wieder. Von der excentrisch gelegenen Larvenkammer ist nur ein kleiner Teil zu sehen, (*L.H.*) und es ist ein Nahrungsgewebe nicht ausgebildet. Der grösste Teil des Querschnittes wird von Parenchym eingenommen. Darin liegen die sechs Gefässbundel. Im Xylem sind verhältnissmässig nur wenig verholzte Ele-

mente zu finden. Ausser einer, an dem primären Xylem anschliessenden Gruppe von Holzelementen, werden nur in der Mitte einige Reihen der Zellen verholzt, wodurch das Xylem die eigentümliche Form bekommt, die *Xy* in Figur 4 zeigt. Die anderen Zellen bleiben dünnwandig und es fällt dabei ihre regelmässige Lage in bogenförmigen Reihen auf, wodurch das ganze Gefässbündel eine Spindelform bekommt.

Das Phloem ist wieder etwas mehr entwickelt (*Ph*), zeigt aber nichts besonderes. Die Gefässbündel sind noch mehr auseinander gerückt als in dem Stadium, das Figur 3 darstellt, und in den zwischenliegenden Teilen ist das Meristem und das darunter entstandene Gewebe wieder stärker entwickelt (*Me*). Weil das Meristem zwischen den Gefässbündeln einen konzentrischen Kreis bildet, ist das Kambium in denselben immer nach dem Zentrum hin gebogen, was aus den Zeichungen 3 und 4 deutlich hervorgeht. Im Rindenparenchym ist endlich ein geschlossener Sklerenchymring gebildet, und zwar dadurch, dass immer mehr Parenchymzellen verholzt sind, sodass die ursprünglichen Bastfaserkappen durch ein ununterbrochenes Band von getüpfelten Elementen mit einander verbunden sind. Die ursprünglichen Bastfaserkappen sind aber immer sehr deutlich zu erkennen, indem sie aus viel kleineren Elementen zusammengestellt sind. Es kommt mehrere Male vor, dass die Bastfaserkappe nicht mehr genau über einer Phloemgruppe gelegen ist, sondern auf eine Seite derselben geschoben ist; auch bei der einen, in Figur 4, war das der Fall.

Schliesslich ist nun noch eine Besonderheit zu erwähnen, nämlich das Auftreten von grossen Lentizellen an den erwachsenen Gallen. Die braunen Längsrisse, die auf der Oberfläche entstehen, erscheinen in dem Querschnitt als normal ausgebildete Lentizellen. Wie Figur 4 zeigt liegen diese meistens genau in den Teilen des Umrisses, die

zwischen zwei Gefässbündel gelegen sind. Verschiedene Male aber finden sich in einem solchen Sektor zwei Lentizellen. Die über den Gefässbündeln gelegenen Teile zeigen denselben Bau, wie die äussere Rinde in den jüngeren Gallen und werden von einer einfachen, kutinisierten Epidermis überzogen. In Figur 17 zeigen wir eine Lentizelle aus einer Galle. Sie ist vollkommen übereinstimmend mit normalen Lentizellen, aus der Rinde vieler Pflanzen gebaut. Die äussersten Zellschichten sind ganz braun und werden wenn sie abgestorben sind, abgestossen. Darunter liegen verschiedene Zellenschichten, wovon die äusseren in der Mitte zerrissen, und deren Zellen abgeflacht und bräunlich gefärbt sind. Die innersten Schichten überdecken einen Luftraum, worin abgerundete Zellen ganz locker gelegen sind. Noch mehr nach innen liegen die Zellen in Reihen, diese sind weniger abgerundet, lassen aber deutliche, lange Luftspalten zwischen sich, welche die Luft aus der Umgebung mit der, welche in den Interzellularen des Rindenparenchyms sich befindet, in Verbindung bringt. Wie bei der Beschreibung der normalen Teile erwähnt worden ist, kommen auch an alten Stengeln und an den verdickten Blattstielfüssen Lentizellen vor; diese sind aber nur sehr klein und wenig entwickelt, wie Figur 16 zeigt, die bei derselben Vergrösserung gezeichnet ist wie Figur 17.

C. Resultate.

1. Die erste Schwellung der jungen Galle entsteht durch Vergrösserung der parenchymatischen Gewebezellen. Der Bastfaserring zerfällt dabei in verschiedene Stücke.
2. Bei der weiteren Entwicklung findet eine starke Vermehrung dieser Zellen statt, zumal in den Markstrahlen.

In den Gefässbündeln entsteht Kambium und in dem äusseren Teile der Markstrahlen ein Meristem. Die ursprüng lichen Bastfasergruppen werden durch ein Steinzellenband mit einander verbunden.

3. Auf der Oberfläche der erwachsenen Gallen entstehen grosse Lentizellen.

II. Eine von einem Schmetterlinge gebildete Markgalle auf Crotalaria Saltiana Andt.

A. Einleitung.

Diese Gallen bilden ungefähr 15 mm lange und 5 mm dicke spindelförmige Anschwellungen des Stengels, welche ziemlich unregelmässig sind, d. h. unten dicker als oben. Die Gallen haben in vielen Fällen dieselbe grüne Farbe, wie die jungen Zweige selbst, oder sie sind etwas gelblich; die älteren werden dagegen oft bräunlich. Ihre Oberfäche ist unregelmässig und zeigt manchmal Narben und kleine, braune Risse. Blätter oder verkümmerte Blütenzweige befinden sich oft noch auf der Galle. Wenn die Gallen fern von der Spitze des Stengels entstanden sind, haben sie nur geringen Einfluss auf das Leben der obenstehenden Teile; sitzen sie dagegen dicht bei der Spitze, so verkümmern diese Teile meistens ganz. Diese Galle wird von der Raupe einer Tortricide bewohnt. Herr Snellen aus Rotterdam war so freundlich diese noch nicht bekannte Species für uns zu determinieren und nannte sie Grapholita subrufillana. Obschon man die Gallen fast zu jeder Jahreszeit findet, sind sie doch am häufigsten in der Regenzeit; dieses hängt zusammen mit dem Leben der Pflanzen da diese wenigstens in Salatiga, die einzige Stelle, wo wir diese Gallen fanden, in der trockenen Zeit zum grössten Teile absterben um im Anfang des nassen Monsuns plötzlich an allen Stellen wieder auszutreiben.

Der Schmetterling ist eine kleine graubraune Tortricide,

welche tagsüber ruht; abends aber fliegt er herum und legt in dieser Zeit auch seine Eier. In Gefangenschaft wollten diese Tiere auf frische Zweige nur gelegentlich Eier ablegen. Diese Eier werden zwischen die jüngsten noch nicht entfalteten Blättchen, die noch dicht beisammen am Ende eines Zweiges sitzen, gelegt, sind aber doch von aussen mit einer guten Lupe, bequem zu sehen. Die Eier sind ungefähr 1 mm gross, und haben dieselbe Farbe, wie die zarten, jungen Blättchen.

Nach dem Ausschlüpfen findet man die Räupchen auf den Stengeln. Ob sie hierauf einige Zeit leben und dabei von den jungen Blättern fressen, haben wir nicht beobachten können. Nach einiger Zeit frisst die Raupe sich in einen jungen Stengel ein. Wir sahen eine von ungefähr 5 mm. Länge, welche an einem Stengel von ungefähr 3 mm. Dicke, die Achsel eines Blattes aufsuchte. In dieser Achsel begann sie ein Loch in den Stengel nach unten zu, auszufressen. Nachdem die Rinde und das Holz durchbohrt waren, suchte sie ihren Weg weiter in das Mark; von Zeit zu Zeit beförderte sie die abgebissenen Pflanzenteile durch das Loch nach aussen. Um diesen Kanal entwickelt sich die Galle. Wenn die Larve erwachsen ist, frisst sie sich einen Kanal nach oben und aussen, nur die Epidermis schonend. Der Schmetterling dringt dieses Epidermishäutchen vor dem Ausschlüpfen zur Seite.

Die jungen Raupen haben eine grün-gelbliche Farbe und dunklen Kopf, später werden sie mehr schmutzig grün, um endlich einige Zeit vor der Verpuppung rot zu werden. Die Puppe ist braunrot gefärbt. Sowohl von der Galle, als auch von der Raupe, der Puppe, und dem Schmetterling, findet man die Abbildungen in Marcellia [1]).

1) J. und W. Docters van Leeuwen—Reijnvaan. Einige Gallen aus Java. Marcellia, Vol. 8, 1909 No. 3.

B. Anatomie und Entwicklung.

Die Gallen entstehen an den jungen Zweigen. Diese haben einen ganz normalen Bau. In der Jugend liegen ungefähr 8 collaterale Gefässbündel in einem Kreis um das Mark herum; sie werden durch breite Markstrahlen von einander getrennt. Ueber jede Phloemgruppe liegt eine 2 oder 3 Zellen dicke Bastfaserkappe, welche aber noch nicht stark verholzt ist. Das Rindenparenchym ist normal ausgebildet. Später werden sekundäre Gefässbündel zwischen den primären angelegt. Das Parenchym in den interfascikulären Teilen (Markstrahlen) zeigt radialen Bau und alsbald werden die Elemente dieser Radien verholzt. Die ersten sekundären Gefässreihen werden also in der ersten Zeit durch Reihen dünnwandiger Parenchymzellen von einander getrennt. Später werden diese aber auch mehr und mehr verholzt und schliesslich ist ein ganz geschlossener Ring von Holzelementen gebildet. Das sekundäre Phloem wird in normaler Weise gebildet und schliesst sich bald an das primäre Phloem an. Die Sklerenchymelemente, welche kräftig entwikkelt sind, bilden aber nie einen geschlossenen Ring mit einander.

Die Stengel, welche die Raupen zum Eindringen wählen, zeigen nicht immer denselben Entwicklungsgrad. Oft werden solche aufgesucht, die noch so jung sind, dass nur ihre primären Gefässbündel ausgebildet sind, während die Verholzung in den interfascikulären Teilen erst eben angefangen hat. Obschon das interfascikuläre Holz schon angelegt ist, und das Gewebe deutlich radialen Bau zeigt, sind nur einige dieser Strahlen verholzt; dazwischen liegen noch dünnwandige Elemente. Der Gang, den die Larve macht, liegt ungefähr im Zentrum des Stengels. Er ist aber nicht ganz regelmässig. Das Mark ist grösstenteils verschwunden, sodass die Wand des Ganges durch die

innersten Elemente des Holzes gebildet wird. Stellenweise aber bleibt etwas Mark übrig. An anderen Stellen wieder, werden aber mehrere Stengelteile aufgefressen, und ist dann das Holz teilweise oder ganz verschwunden, sodass das Kambium freigelegt ist. Auch das Kambium selbst, sowie das Phloem können aufgefressen werden, sodass an diesen Stellen nur das Rindenparenchym übrig bleibt. Selbstverständlich geschieht dies nicht überall, denn sonst würde der Stengel keine Nahrungsstoffe mehr zuführen können, und der obere Teil, sammt der Galle würde zu Grunde gehen. Unter dem Einfluss der Raupe fängt der Stengel an, dicker zu werden. Dieses geschieht durch die Vermehrung seiner Elemente. Bei einem Stengel in dem eben beschriebenen Entwicklungsgrade, sieht man dieses am leichtesten im sekundären Xylem. Die noch unverholzten Elemente teilen sich bald und diese Zellen schieben dadurch die schon verholzten weiter auseinander. Auf diese Weise entstehen Gewebe von sehr dünnwandigen Zellen, die deutlich radialen Bau aufweisen. Auch im Kambium, Phloem und in der Rinde finden Teilungen statt und vermehren sich die dünnwandigen Elemente, sodass der Umriss des Stengels viel grösser wird.

Die Bastfasergruppe des normalen Stengels ist in den Gallen noch aufzufinden. Ihre Fasern sind aber nicht stärker verholzt. Öfters dahingegen sind diese mehr oder weniger reduziert. Auf Querschnitten sieht man dass ihre Wände zusammengefallen sind und zerfliessen. Wenn mit schwefelsaurem-Anilin gefärbt ist, so sieht man die gelbe Substanz unregelmässig zwischen den Rindenparenchymzellen und den Phloemelementen liegen.

Indessen ist im Innern des Stengels das Nahrungsgewebe für die Larve in besonderer Weise entstanden. Es bildet sich nämlich ein neues Gewebe, welches in den Kanal selbst hineinwächst. Die Zellen, welche den Larvengang

unmittelbar begrenzen, zum Beispiel die übrig gebliebenen Markzellen, bekommen braune Wände und sterben ab. Die Zellen ihrer nächsten Umgebung aber, wachsen aus. Sie verlängern sich nach der Seite des Larvenganges hin und bilden dann quer zu dieser Richtung neue Wände. An einigen Stellen wachsen Gruppen von diesen Zellen besonders aus und teilen sich noch mehrere Male. Auf diese Weise entstehen dort Wucherungen, welche in den Kanal hineinwachsen. Diese Wucherungen sind parenchymatisch und werden zu Pfropfen von echtem Kallusgewebe.

Diese Kalluspfropfen entstehen, bald aus Markzellen, bald aus allen anderen noch nicht verholzten Elementen des Stengels. Da wir auf diese Kallusbildung noch näher einzugehen haben, möge dieses hier genügen.

Das neue Gewebe ist ziemlich regelmässig gebaut; die Zellen liegen in Reihen, die sich im Kanal ein wenig fächerförmig ausbreiten. An der Aussenseite sind die Pfropfen weniger regelmässig gebaut; die Zellen sind dort mehr abgerundet. Dieses Gewebe, das über grössere oder kleinere Strecken in der Länge des Kanales auftritt, liefert die Nahrung für die Raupe. Das primäre Nahrungsgewebe, wie das z. B. bei den Cynipidengallen so reichlich entwickelt ist, kommt bei dieser Galle nicht zur Entwicklung. Die ersten Tage lebt die Raupe von den normalen Zellen des Stengels, später nur von den Kallusgeweben. Auch hierüber wollen wir am Ende noch ausführlicher sprechen. In älteren Gallen sind die verschiedenen Kalluswucherungen nun nicht mehr so deutlich getrennt von einander zu unterscheiden. Sie überwachsen an ihren Seiten die Wand des Bohrganges, bis sie die nächstliegenden Wucherungen berühren. An diesen Stellen legen sich die Gewebe fest an einander und können vollkommen verwachsen. Meistens aber bleibt eine Grenze sichtbar und auch sind die ursprünglichen Pfropfen wieder zu

erkennen an den regelmässigen in Reihen liegenden Zellen. Figur 5 gibt einen Querschnitt durch eine alte Galle, die vom Tiere schon längst verlassen war. Das Kallusgewebe hatte die ganze Höhle wieder ausgefüllt, die sechs ursprünglichen Wucherungen sind noch deutlich zu erkennen. In vielen Fällen ist der Stengel beim Anfang der Infection etwas älter, die Gewebe sind dann schon weiter differenziert. Das sekundäre Xylem ist zum grössten Teile schon verholzt, aber es finden sich dennoch radiale Reihen von dünnwandigen Zellen mit gut entwickelten teilungsfahigen Kernen zwischen den Reihen von verholzten Elementen. Infolge des Gallenreizes, teilen sich in einem solchen Stengel die Zellen dieser dünnwandigen Reihen und bilden nach und nach ein kleinzelliges Gewebe, das die verholzten Teile auseinander dringt. In den ausgebildeten Gallen wechseln ziemlich gleich grosse Partien von dünnwandigen und verholzten Geweben mit einander ab. Zu gleicher Zeit vermehren sich an diesen Stellen auch die ausserhalb des Xylemringes

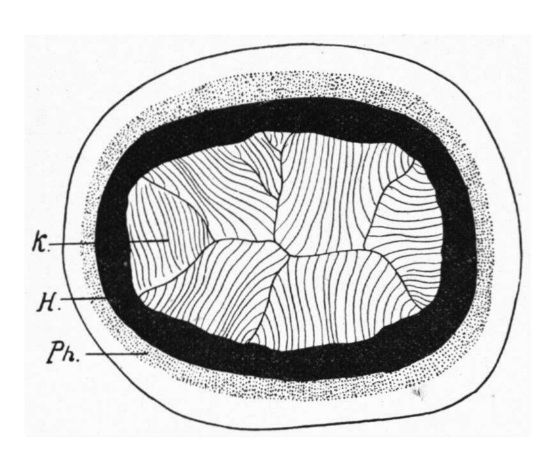


Fig. 5. Querschnitt (etwas schief geschnitten) einer alten *Crotalaria*-Galle, welche von dem Tier verlassen worden ist, und dessen Höhle von Kalluspfropfen gefüllt worden ist. × 6.
***H.* = Holz. *K.* = Kallus. *Ph.* = Phloem.**

gelegenen Elemente. In der Larvenkammer bilden sich auch wieder Kalluspfropfen. Figur 6 gibt ein ziemlich junges Stadium einer solchen Galle wieder, das schwarz gezeichnete Xylem wird von nicht geschwärzten Strecken dünnwandiger Gewebe unterbrochen. Einige hiervon liefern die Kalluswucherungen. Schliesslich kann es auch vorkommen, dass eine Raupe in einen Stengel hineinfrisst, in dem schon ein geschlossener Holzring ausgebildet ist. Diese Stengel können dann auch Gallen bilden und dadurch wird wieder eine Vergrösserung des Durchschnittes durch die Entwicklung parenchymatischer Gewebe verursacht. Im jüngsten Stadium einer solchen Galle findet man, dass an einigen Stellen zwischen zwei Reihen von verholzten Elementen eine Reihe von zartwandigen Zellen gebildet ist. In diesen Zellen finden zunächst mehrere Teilungen statt, wodurch allmählig ein parenchymatisches Gewebe entsteht, das die Teile des Holzringes mehr und mehr trennt. Bald verholzen auch diese Zellen wieder. Auch in der Rinde entstehen in derselben Höhe dünnwandige Zellcomplexe, während nach der Larvenhöhle hin wieder saftige Wucherungen auswachsen. Dieses Kallusgewebe bildet sich nur an einigen (4—8) Stellen, aber es entstehen dann viel volumi-

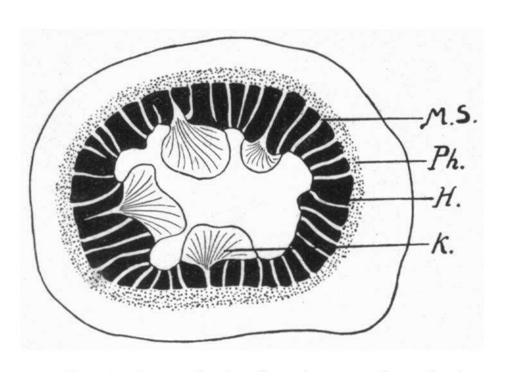


Fig. 6. Querschnitt einer jungen *Crotalaria*-Galle. × 6.
H. = Holz. *K.* = Kalluspfropfen.
M.S. = Markstrahlen. *Ph.* = Phloem.

nösere Wucherungen als in den jünger infizierten Stengeln.

Da die Kalluspfropfen nicht regelmässig auswachsen und auch die Raupe die Pfropfen nicht regelmässig abweidet, entstehen sehr unregelmässige Wucherungen; Querschnitte von alten Gallen geben dann auch komplizierte Bilder. Die Form der Larvenkammer ist dabei ebenso verschiedenartig.

Die neuentstandenen Gewebe im Innern der Gallen (die Kalluspfropfen) bleiben immer parenchymatisch und zeigen keine weitere Differentiationen. In der Rinde älterer Gallen treten aber oft neue Gefässbündel auf. Diese liegen ausserhalb der Reste der Sklerenchymfasergruppen und bestehen aus einer kleinen Gruppe von Holzelementen, die auf der Aussenseite von einer Kappe von Phloem umgeben sind. Meistens liegen einige solcher Gefässbündel dicht neben einander, während in anderen Teilen der Rinde solche nicht vorkommen. Auch können hier und dort in der Rinde Gruppen von Tracheiden entstehen.

C. Resultate.

1. Durch Vermehrung und Vergrösserung der dünnwandigen Elemente entsteht eine starke Schwellung des Stengels.
2. Die Nahrung für die Raupe wird durch Kallusgewebe geliefert, die von der Wand der Lärvenhöhle in diese hinein wachsen.
3. Diese Kalluspfropfen entstehen aus den von der Raupe freigelegten dünnwandigen Gewebezellen, also entweder aus Mark, Markstrahl-, oder Rindenelementen.
4. Wenn die Wand der Kammer von verholzten Zellen gebildet wird, dann können diese, namentlich Holzzellen, Holzfasern und Holzgefässe in Kallusgewebe übergehen.
5. Diese Kalluspfropfen zeigen keine weitere Differenzierung, sie bestehen aus kleinen, mit viel Plasma versehenen Zellen. Wenn die Raupe die Galle verlassen hat, können die Kallusgewebe die ganze Larvenhöhle wieder ausfüllen.

III. Über drei Ambrosia-Gallen,[1] welche Anschwellungen bilden an den Stengelspitzen dreier verschiedener Cucurbitaceen.[2]

Diese drei Cucurbitaceen-gallen sind einander sehr ähnlich. Die Stengel sind über eine längere oder kürzere Strecke ziemlich stark geschwollen (Figur 12). Diese Schwellungen sind unregelmässig spindelförmig. Oft sind sie mehr oder weniger gebogen. Die Gallen werden durch drei sehr kleine Cecidomyiden gebildet. Die zarten Tierchen sind schwer zu züchten. Obwohl wir viele Gallen in Flaschen bewahrt haben, erhielten wir nur einige Exemplare davon. Über ihre Lebensweise können wir daher auch noch nichts mitteilen. Ob die Gallen an den verschiedenen Pflanzen

---

1) Neger Ambrosiapilze. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1908. Bd. XXVI a. S. 735 hat die nicht sehr glückliche Bezeichnung von Zoomycocecidien geändert in Ambrosiagallen. Diese drei Gallen sind ohne Zweifel solche, denn die Nahrung der Larven wird nicht von den infizierten Pflanzenteilen, sondern von eigentümlich geänderten Mycelfäden eines Pilzes, welcher die Wand der Kammer bekleidet, geliefert. Im Wesentlichen stimmen unsere Befunde in diesem Punkt mit denen von Neger überein. Wir hoffen dass es uns möglich ist, später noch einmal auf diese interressanten Tatsachen zurückzukommen. Zur Zeit haben wir hierfür keine Gelegenheit.

2) Die drei Cucurbitaceen, worauf wir diese Gallen gefunden haben, sind: Melothria perpusilla Cogn., Momordica charantia L. und Coccinea cordifolia Cogn. Litteratur: Marcellia. Bd. VIII. 1909. N. 13 und 71. Die Beschreibung der Galle auf Coccinea cordifolia ist noch nicht publizier worden.

von einer oder von mehreren Cecidomyiden-Arten verursacht werden, ist uns ebenso noch unbekannt. Die Eier werden höchstwahrscheinlich auf die Oberfläche der Stengel gelegt. Die Larve frisst sich dann in den jungen Stengel hinein und bohrt sich im Mark eine Strecke nach unten. Dieser Bohrgang ist später an der Oberseite der Kammer wieder zu finden. Jede Galle enthält mehrere Larvenkammern, die sehr englümig sind, aber sehr lang; einige sind ebensolang wie die Galle, andere etwas kürzer.

Der Bau dieser Gallen ist sehr einfach und bietet nichts Nennenswertes. Weil auch die Anatomie der normalen Stengel bei den verschiedenen Pflanzen nicht wesentlich verschieden ist, können wir alles an einem Beispiel erläutern. Die normalen, jungen Stengel sind im Querschnitt fünfeckig. Innerhalb der vorspringenden Teile liegen funf kleine bikollaterale Gefässbündel; die Xylemgruppe wird an der Innensowie an der Aussenseite von einer Phloemgruppe begrenzt. Weiter liegen im Mark noch drei ebenfalls bikollaterale Gefässbündel, die einen zweiten inneren Kreis bilden. Die übrigen Gewebe sind parenchymatisch.

In etwas älteren Stengeln entsteht Kollenchym, am ersten und stärksten in den fünf vorspringenden Leisten, aber nachher bekommen auch die Zellschichten in den zwischenliegenden Teilen kollenchymatisch-verdickte Zellwände. Zunächst entsteht gleich unter diesem Kollenchym ein starkes Sklerenchymband, das einen geschlossenen Kreis bildet. Die Gefässbündel entwickeln sich und werden etwas grösser ohne dass Kambium gebildet wird. Auch entstehen keine neue sekundäre Gefässbündel. Die Stengel, welche von den Tieren infektiert werden, besitzen wohl schon die Gefässbündel, die übrigen Gewebe sind aber noch alle parenchymatisch. Von den verholzten Sklerenchymfasern ist dann auch noch nichts zu finden. Die ganze voluminöse Galle wird nur durch Wucherung der

parenchymatischen Gewebe gebildet. Die Larvengänge liegen innerhalb des Gefässbündelkreises der inneren Gefässbündel, oder zwischen diesen, und haben anfangs nur sehr enge Lumina. In den älteren Gallen ist der fünfeckige regelmässige Bau des normalen Stengels gewöhnlich nicht mehr deutlich zu sehen, zumal wenn mehrere Larvenkammern in dem Querschnitt liegen. Der Durchschnitt ist um vieles, auch die Gefässbündel um etwas grösser geworden. In dem äusseren Gefässbündel ist an beiden Seiten des Xylems Kambium aufgetreten und daraus sind Gruppen von kleinen dünnwandigen Zellen entstanden. Das Xylem ist stärker entwickelt. Die Elemente des äusseren Phloems sind flach gedrückt, die des inneren Phloems sind normal geblieben. Bisweilen sind noch einige neue Gefässbündel aufgetreten, und es macht den Eindruck, als ob sich jeder Gefässbündel in zwei „neue" gespalten hat. Es liegen nämlich zwei Gefässbündel dicht neben einander, sodass die inneren Phloeme derselben an einander schliessen. Die zwei Xylemgruppen, die aus einigen Reihen von Gefässen bestehen, divergieren und die zwei äusseren Phloeme sind durch eine Anzahl Parenchymzellen von einander getrennt. Es kommt auch vor, dass die zwei Gefässbündel etwas weiter aus einander liegen. Die Zahl der inneren Gefässbündel ist nicht verändert. Die Bündel sind nur etwas unregelmässig geworden. Auch hier entsteht Kambium und hat sich zumal zwischen Xylem und innerem Phloem ein Band von kleinen Zellen gebildet.

Besondere Gewebe bilden sich sonst nicht. Auch entstehen keine speziell verholzten Elemente.

Diese Galle bildet also eines der deutlichsten Beispiele einer, fast nur durch Wucherung von parenchymatischen Elementen entstandenen Morphose.

Resultate.

1. Die Galle besteht fast nur aus parenchymatischen Geweben. In den Gefässbündeln tritt Kambium auf.

2. Die Nahrung für die Larven wird von eigentümlich gebildeten Pilzhyphen geliefert, welche die Kammerwand bekleiden.

IV. Die von einem Schmetterling: Lita (Gelechia) solanella Boisd, auf Nicotiana Tabacum L. gebildete Stengelgalle.

A. Einleitung.

Die Raupen von Lita solanella Boisd. bewohnen Gallen, die Anschwellungen an den Stengeln von Nicotiana Tabacum bilden. Am meisten werden die jungen Pflanzen infiziert. In diesem Fall entsteht eine echte Markgalle, die Raupe lebt im Marke und unter ihren Einfluss entsteht eine nach allen Seiten gleich starke Schwellung. Anfänglich wird das Längenwachstum der Pflanze gehemmt, später aber kann diese wieder auswachsen. Auf der Oberfläche dieser Gallen befinden sich verschiedene Blätter (Figur 18). Die Tiere sind oft sehr schädlich für die Tabakskultur; die Gallen selbst sind dann auch unter verschiedenen Namen bekannt. Die Javanischen Kulies nennen sie „Omo Meteng", die Chinesischen Arbeiter in Deli (Sumatra) „Toa Toh", und unter den Pflanzern steht diese Krankheit als „Dikbuik"-(Dickbauch)-Krankheit bekannt.

Auch ältere Pflanzen können infiziert werden; in diesen Fällen entstehen halbkugelförmige Gallen, welche fast ausnahmslos in der Rinde entstehen. Diese haben wir nicht weiter untersucht.

Herr Dr. de Bussy aus Deli (Sumatra) war so freundlich uns sehr schön konserviertes Material der jungen Keimpflanzengallen zu schicken und auch Herr Dr. Lodewijks aus Klatten (Java) sandte uns kranke Tabakspflanzen. Beiden Herrn sind wir für ihre freundliche Hülfe zu grossem Danke verpflichtet.

Die Lebensweise der Gallbildner ist ausführlich von

Koningsberger[1]) beschrieben worden, in Kürze entlehnen wir seiner Beschreibung das Folgende:

Das Ei wird an einem jungen Blatte angeheftet und zwar in der gabelförmigen Verzweigung einer der Seitennerven. Das Blattgewebe wird vom Weibchen etwas zerrissen, wodurch der umliegende Blattteil nicht normal auswachsen kann; die Oberfläche wird uneben und der Blattrand zeigt bald eine Einbuchtung. Die junge Raupe dringt in das Blatt hinein und frisst sich einen Kanal in das saftige Gewebe des Hauptnervs in der Richtung des Hauptstengels aus. Durch den Blattstiel gelangt das Tierchen schliesslich in das junge Stämmchen. Hier wird ein unregelmässiger, bisweilen sowohl nach oben, als unten verzweigter Gang gebildet. Unter dem Einfluss der Raupe schwillt der Stengel an und bildet viel Nahrungsgewebe. Die erwachsene Raupe macht vor ihrer Verpuppung ein Schlupfloch, das bis zur Entpuppung von der Epidermis überdeckt bleibt.

Obschon unsere Untersuchungen an dieser Galle noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden können, wollen wir hier doch vorläufig das, was wir gefunden haben, mitteilen. Wir besitzen von dieser Galle nur gutes Material der jungen Markgallen, und es dürfte uns wohl nicht bald gelingen, auch die späteren Stadien zu erlangen; für diesen Artikel aber, reicht das gefundene aus.

B. Anatomie und Entwicklung.

Die jungen Pflanzen besitzen ein ziemlich dickes, saftiges Stämmchen, das einige Blätter trägt, deren Blattstiele noch eine Strecke am Stämmchen entlang verlaufen. Zur Zeit, wenn die Raupe in das Stämmchen eindringt, sind dessen Gewebe noch kaum angelegt und sehr wenig

---

1) J. C. Koningsberger. Ziekten van rijst, tabak, thee, etc. Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin, Kolff en Co. Batavia 1903. N. LXIV. Seite 34 u. f.

differenziert. Das Mark ist stark entwickelt und wird umgeben von einem Band kleiner, dünnwandiger Zellen mit grossen Kernen und reichem Protoplasma. Aus diesem Gewebe entsteht der Gefässbündelring. Man findet hier eine eigentümliche Entstehungsweise des Holzringes, wie sie übrigens schon früher bei ziemlich vielen Pflanzen gefunden worden ist. Es entstehen nämlich keine primären Gefässbündeln, sondern es wird gleich ein geschlossener Gefässbündelring gebildet. In dem kleinzelligen Gewebe treten zu gleicher Zeit überall Holzgefässe auf, die auf einem Querschnitt betrachtet in radialen Reihen gelegen sind. Im äusseren Teile des kleinzelligen Gewebes treten Phloemelemente auf, jedoch nicht sehr viele. Zwischen Holz und Phloem liegt ein wenig entwickeltes Kambium. Der Stengel weist jedoch noch eine zweite Eigentümlichkeit auf. In fig. 22 ist ein kleiner Teil des kleinzelligen Gewebes abgebildet, das also auf der einen Seite vom Marke und auf der anderen vom Rindenparenchym begrenzt wird. Zwischen den peripheren Markzellen liegen Gruppen von kleinen Zellen. Diese Gruppen liegen auf ungefähr regelmässigen Abständen in einem Kreis im Stengel. In Figur 22 sind deren drei wiedergegeben, von denen die mittlere am jüngsten ist und nur drei Zellen gross ist, welche, wie deutlich zu sehen, durch Teilung aus einer Markzelle entstanden sind. Die zweite dieser Gruppen, die in der Ecke rechts liegt, besteht aus mehreren Zellen, doch ist die Form der ursprünglichen Mutterzelle noch gut zu sehen. Die dritte linke Gruppe zählt wieder mehr Zellen. Diese Zellgruppen, die durch ihren Protoplasmareichtum und die verhältnissmässig grossen Kerne auffallen, bilden später innere Phloemgruppen. Diese Eigentümlichkeit kommt aber bei mehreren Pflanzen vor. [1])

1) G. Bonnier et Leclerc de Sablon. Cours de Botanique. Paris 1901. Tome I. Seite 181.

Bemerkenswert ist ausserdem noch, dass die Gewebe des Stengels sich nicht an allen Seiten eines Querschnittes zu gleicher Zeit differenzieren. Ein kleiner Teil ist nämlich immer etwas früher ausgebildet, als der Rest des Quer schnittes. Dieser Teil befindet sich an der Seite des Stengels, wo der Stiel des nächsthöherliegenden Blattes angewachsen ist. Wie schon erwähnt, sind die Blattstiele über eine Strecke mit dem Stengel verwachsen. Die Gefässbündel die Blattstieles und des Hauptnervs sind einige Zeit früher differenziert, als die entsprechenden Gewebe des Stengels. Die Raupe frisst im Marke fast immer eine azentrisch gelegene Larvenkammer. Das Mark wird nämlich nicht ganz zerstört. Die Larvenkammerwand besteht also an der einen Seite aus Markzellen, an der anderen Seite aus den kleinzelligen Elementen der Gefässbündelanlagen. Unter dem Einfluss der Raupe vermehren sich alle dünnwandigen Elemente, das sind also fast alle Zellen des Stengels, stark. Allein das kleinzellige Gewebe vermehrt sich weniger stark als die übrigen Teile. Bald entstehen die radialen Reihen von Holzgefässen, aber diese bleiben immer durch dünnwandige Elemente von einander getrennt, sodass niemals ein geschlossener Holzring gebildet wird. Das Phloem vermehrt sich nicht sehr stark, das Kambium ist dagegen etwas stärker entwickelt als im normalen Stengel. Ähnlich wie wir das bei der Galle von Crotalaria kennen gelernt haben, wird das Nahrungsgewebe von Kallusgeweben geliefert. Sowohl das Mark als die freigelegten Zellen der Gefässbündelanlagen können sich an dieser Kallusbildung beteiligen. Während bei der Crotalaria-Galle alle Gewebe einen gleichartigen Kallus lieferten, ist dem bei dieser Nicotiana-Galle nicht so. Im Gegenteil, die Kalluspfropfen, welche aus dem Marke entstehen, sind sehr grosszellig und wasserreich, die von den Gefässbündelanlagen gelieferten sind dagegen sehr kleinzellig. Die Zellen selbst

besitzen ausserdem verhältnissmässig grosse Kerne und trübes eiweissreiches Protoplasma.

Die Kalluspfropfen sind aber niemals so üppig entwickelt, als bei der Crotalaria-Galle. In den Kallusgeweben, welche aus kleinzelligen Elemente bestehen, entstehen bald Zellen, welche viel länger sind mit netzförmig verdickten Wänden, also Tracheiden, während sich diese bei den Markwucherungen nicht hervortun.

Wird, was dann und wann geschieht, das Rindenparenchym freigelegt, dann kann auch dieses sich an der Kallusbildung beteiligen, die Zellen verlängern sich nach der Richtung der Kammer und teilen sich bald. Sehr kräftig sind die neuen Gewebe aber nicht entwickelt.

Schliesslich können auch die dünnwandigen Zellen, welche die Kammerwand des Bohrkanals begrenzen, auswachsen. Es bilden sich dabei besonders eigentümlich gestaltete Zellen, welche in Figur 20 abgebildet sind und worauf wir im Schlussteil noch näher zurückkommen. Der Kanal in dem Stiel wird aber niemals von Kallusgeweben verschlossen, wie Houard das mehrere Male beschrieben hat. Wenigstens war dies nicht der Fall in den von uns untersuchten Stadien.

C. Resultate.

1. Durch Vermehrung und Vergrösserung der dünnwandigen Elemente entsteht eine starke Schwellung des Stengels.
2. Die Nahrung der Raupe wird durch Kallusgewebe geliefert, die sowohl aus Markzellen, als aus Gefässbündelanlagen entstehen können, im ersteren Fall entsteht ein grosszelliges, im letzteren Fall ein kleinzelliges Gewebe.

SCHLUSS.

Gallen, welche entstehen unter dem Einfluss eines Reizes, der vom Mark aus nach allen Richtungen hin arbeitet, nennt man Markgallen. Unter diesen Markgallen kann man Acro- und Pleurocecidien unterscheiden. Die ersten befinden sich am Ende eines Stengels und schliessen dessen Wachstum ab; (die *Lipara lucens* Gallen, welche entstehen unter dem Einfluss einer Larve, welche oberhalb des Vegetationspunktes lebt, gehören also nach oben gegebener Definizion nicht zu den Markgallen, man würde sie Pseudomarkgallen nennen können.) Acrocecidien, die zugleich Markgallen sind, werden u. a. gebildet von *Isosoma graminicola* auf Triticumarten. Unter den Pleurocecidien sind schon viele Markgallen bekannt. Nur die Gallen, welche entwicklungsgeschichtlich gründlich untersucht sind, (und das sind nur sehr wenige), eignen sich für weitere Besprechungen.

Die einzige von einer Cynipide gebildete Markgalle, von welcher die ersten Entwicklungsphasen bekannt sind, ist die Aulax-Galle auf Hieracium. [1]) Diese Cynipide bildet eine geräumige Eihöhle im Zentrum des Stengels. Die ausschlüpfenden Larven können sich darin frei bewegen. Die Wandzellen bilden nach kurzer Zeit ein Gallplastem, worin die Larven allmählich eingeschlossen werden. Die fertige Galle wird also zum Teil aus diesem Gallplastem zum Teil aber auch aus den anderen Geweben des Stengels gebildet. Wir selbst haben bei keiner der von uns

1) M. W. Beyerinck. Beob. über d. ersten Entw.phasen einiger Cynipidengallen. Amsterdam 1882. Seite 45 u. f.

untersuchten Markgallen, die von Isosomiden, Schmetterlingen oder Fliegen gebildet wurden, ein Gallplastem gefunden. Es ist aber sehr wahrscheinlich dass dieses bei anderen von Cynipiden gebildeten Markgallen auch vorkommt.

Die Gallen, welche wir in diesem Artikel behandelt haben, sind sämtlich Pleurocecidien, (die Cucurbitaceen-Gallen bilden nur scheinbar eine Ausnahme). Die Höhle, welche die Larve sich im Innern des Stengels ausfrisst, wird einfach zur Gallenkammer und unter Einfluss des Gallenreizes entwickelt sich nun rings um die Larvenkammer eine Verdickung des Stengels, welche in den meisten Fällen deutlich spindelförmig ist, (nur die Stephaniagalle, welche zylinderförmig ist, muss als Ausnahmefall betrachtet werden.) Man kann bei der Ausbildung dieser Stengelgallen verschiedene Fälle unterscheiden. Die Verdickung würde entstehen können unter Einfluss von Zellvermehrung, von Zelldehnung oder von beiden Prozessen zeitlich neben oder zeitlich nach einander. In den meisten Fällen findet Zellvermehrung und Zellvergrösserung zu gleicher Zeit statt. Die Stephania-Galle verhält sich etwas anders, als die anderen Gallen. Die erste Vergrösserung des Stengeldurchmessers kommt fast nur durch Zellvergrösserung zu Stande und erst nach einiger Zeit tritt auch Zellvermehrung dazu. Die beiden Prozesse sind bei dieser Galle also im Anfang deutlich geschieden. Die Schwellung entsteht immer vornehmlich durch üppige Entwicklung von parenchymatischen Geweben, wie das schon bei so vielen Gallen und anderen pathologischen Bildungen nachgewiesen worden ist, und worauf auch Küster[1]) schon hingewiesen hat. Diese parenchymatische Zellen entstehen sowohl aus dem hypertrophierten Marke, wie aus den Mark-

1) E. Küster. Path. Pflanzenanatomie, 1903. S. 234.

strahlen und Rindenzellen. Das Nahrungsgewebe wird in einigen Gallen einfach durch die wenig geänderten Markzellen geliefert, bei anderen durch Kallusgewebe, sodass wir hier sehr schöne Beispiele von Gallen mit „Nahrungskallus" finden können. Mechanische Gewebe werden bei einigen mehr, bei anderen wieder weniger ausgebildet.

A. Entwicklung von radial- und nicht radialgebauten Markgallen.

Wir nähern uns dann der Frage, durch welche Einflüsse eine radial-symmetrische, und durch welche eine zweiseitig symmetrische Galle entsteht. Mit dieser Frage wollen wir uns etwas länger beschäftigen, und hierbei auch andere Stengelgallen soviel wie möglich berücksichtigen. Houard[1]) unterscheidet Gallen, welche um eine Symmetrieachse gebaut sind, und solche, welche eine Symmetriefläche besitzen. Er unterscheidet dabei auch noch vier Formen unter den Stengelgallen im Allgemeinen.

1 Wobei der Parasit ganz oberflächlich an den Stengel lebt. 2. Wobei der Gallbildner in der Rinde lebt. 3. Wobei dieser in der Nähe von oder in einem Gefässbündel lebt. 4. Wobei der Parasit sich im Marke befindet. In den ersten drei Fällen entwicklen sich die Zellcomplexe nach der Seite des kleinsten Widerstandes, also nach der Seite, wo der Parasit sitzt. Auf diese Weise entstehen immer Gallen, welche eine einseitige Auftreibung des Stengels bilden. Diese Gallen besitzen also eine Symmetriefläche. Anders ist es bei den Markgallen. Bei diesen Gallen arbeitet der Reiz vom Zentrum des Stengels aus nach allen Seiten, es ist also begreiflich, dass eine Galle entsteht, welche radial

---

1) C. Houard. Rech. anat. s. l. galles des tiges. Bull. scient. d. l. France et d. l. Belgique. Vol. 38. 1903. S. 402 u. f.

um eine Symmetrieachse gebaut ist. Und doch sind einige Markgallen bekannt, welche eine einseitige Schwellung des Stengels bilden; diese nun geben gerade einen Einblick in die Ursachen der Entwicklung von bestimmt geformten pathologischen Geweben.

Houard[1]) beschreibt die Anatomie einer Galle, welche von einem Rüssler: Ceutorrhynchus atonius Boh. auf Sisymbrium Thalianum Gay. gebildet wird. Diese Galle besitzt eine Symmetriefläche. Wenn man aber den Querschnitt dieser Galle untersucht, dann ist es deutlich, dass der infizierte Stengel nach allen Seiten hin verdickt ist. Houard spricht die Vermuthung aus, dass die exzentrische Lage des Larvenkanals die Ursache dieser nicht radial symmetrischen Bildung ist. Wir haben aber einige Gallen gefunden, worin die Larvenkammer auch etwas exzentrisch liegt, welche aber doch vollkommen radial gebaut war. Wir glauben denn auch nicht, dass die Lage der Larvenkammer allein genügt um die Bildung dieser Galle zu erklären. Die umliegenden Markzellen bieten ja den wachsenden Geweben nur wenig Wiederstand.

In den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft erschien ein Artikel über eine Sesiidengalle auf Commelina communis,[2]) welche deutlich eine Schwellung an einer willkürlichen Seite des Stengels dieser Pflanze bildet, während doch die Larve im Zentrum des Stengels liegt. Wir wollen die Entwicklung dieser Galle etwas genauer mit derjenigen anderer Stengelgallen, speziell Markgallen, vergleichen.

Will man den Bau und die Bildung einer Galle gut ver-

1) l. c. Seite 207 und 383.

2) W. und J. Docters v. Leeuwen—Reijnvaan. Eine von der Sesiidie Aegeria uniformis an Commelina communis verursachte Stengelgalle; Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. 1910.

stehen, so muss man den Bau des Stengels beim Anfang der Infektion genau kennen, und diesen mit den ersten Stadien der Gallen, mit dem erwachsenen Stengel und mit der erwachsenen Galle vergleichen. In vielen Fällen hat man sich damit zufrieden gestellt, den Bau einer erwachsenen Galle mit demjenigen eines erwachsenen Stengels zu vergleichen.

Wenn die Larve im Zentrum der Galle angelangt ist, entsteht unter dem Einfluss des Gallenreizes eine Vermehrung oder Vergrösserung von Zellen. Jedenfalls wird vom Zentrum aus auf diese Weise ein grosser Druck auf die umliegenden Gewebe ausgeübt, welcher quer auf der Achse des Stengels nach allen Seiten hin arbeitet. Man kann also erwarten, dass in den meisten Fällen eine Galle mit Symmetrieachse gebildet wird. Es ist nun interressant zu untersuchen in welchen Fällen eine radial symmetrische, in welchen Fällen aber eine zweiseitig symmetrische Galle entsteht. Wir sind für diese Besprechung fast ausschliesslich auf die Resultate eigener Untersuchungen angewiesen. Die anatomischen Untersuchungen Houards können uns in dieser Hinsicht nicht weiter bringen, da über den Bau des Stengels bei dem Anfang der Infektion fast gar nichts gesagt wird. Wir werden sehen, dass hauptsächlich gerade dieser Bau die Entwicklung in der einen oder anderen Richtung hin beeinflusst. Man kann nun folgende Fälle unterscheiden.

A. Der Gallenreiz trifft die Gewebe, wenn alle Zellen noch dünnwandig sind. Diese Fälle haben wir z. B. gefunden bei den drei Cecidomyidengallen, welche an den stark wachsenden Zweigen dreier Cucurbitaceen entstehen [1]) und bei der Nicotianagalle. [2]) Die ersten Gallen bilden eine lange Verdickung des Stengels, welche von verschiedenen Larven bewohnt wird. An den Stellen, wo nur eine Larve im

1) Kap. III dieser Abhandlung.
2) Kap. IV dieser Abhandlung.

Zentrum des Markes liegt, ist die Galle völlig regelmässig um eine Achse gebildet. Da alle Zellen dünnwandig sind, finden die wucherenden Gewebe, welche sich nach aussen hin zu vergrösseren bemühen, keinen nennenswerten Widerstand; fast alle Zellen können noch grösser werden und sich teilen. Demzufolge ist die Galle ganz regelmässig gebildet. Die Achse der Galle fällt zusammen mit der des Stengels. Wenn mehrere Larven neben einander sitzen, bleibt auch jetzt die Galle beinahe regelmässig. Der Stengel schwillt nur etwas stärker an.

B. Wenn die Larve in den Stengel dringt, sind verschiedene Gewebe mehr oder weniger verholzt, sodass sie sich unter Einfluss des Gallenreizes nicht mehr ändern können. In den meisten Fällen findet die Infektion statt, wenn die primären Gefässbündel gebildet und das primäre Xylem, und auch die Bastfasern verholzt sind. Hierbei können wieder verschiedene Fälle unterschieden werden.

1. An der Aussenseite jedes primären Gefässbündels befindet sich eine Bastfaserkappe, die isoliert zwischen den unverholzten Rindenelementen liegt. Zwischen diesen verholzten Bastfasern liegen also immer Zellen, welche den sich entwicklenden Geweben keinen Widerstand bieten. Die Gallen auf Crotalaria saltiana[1]) bieten hierfür ein deutliches Beispiel. Soweit sich aus Houard's Abbildungen noch etwas nachweisen liess über den Zustand des Stengels beim Anfang der Infektion, glauben wir, dass dieser Fall unter den verschiedenen Markgallen, der gewöhnlichste ist.

In den Stengeln von Potentilla reptans[2]) z. B. findet man 5 Gefässbündel liegen, welche durch einen Bastfaserring mit einander verbunden sind. Bei den jungen Xestophanes-Gallen besteht dieser Ring nicht; über jedem Gefässbündel

1) Kap. II dieser Abhandlung.
2) Houard, l. c. Seite 278 u. f.

befindet sich dabei eine Kappe von Bastfasern, welche teilweise verholzt sind. Sehr wahrscheinlich geschieht die Infektion also, wenn die Bastfaserkappen noch isoliert liegen oder noch ehe alle Elemente derselben ganz verholzt sind. Bei der Galle auf Hypochoeris radicata[1]) von einer Aulax gebildet, findet man über jedes Gefässbündel eine verholzte Bastfaserkappe. Bei den anderen von Houard untersuchten Gallen ist es nicht mehr ganz sicher möglich, die Verhältnisse auszufinden.

2. Beim Anfang der Infektion bilden die Bastfaserelemente eine ganz geschlossene Scheide, welche auf Querschnitten also wie ein Ring sichtbar ist, und die den Stengel in zwei Teile verteilt: einen peripheren Teil durch die unverholzten Elemente der Rinde gebildet, und einen zentralen Teil, worin das Mark und die Gefässbündel liegen.

Während in den vorher erwähnten Fällen die sich nach aussen entwicklenden Gewebe keinen nennenswerten Widerstand begegnen und die Galle sich nach allen Richtungen fast ohne Ausnahme regelmässig ausbilden kann, findet sich in diesem Fall ein Gewebe, das nicht mehr teilungsfähig ist und sich also auch nicht mehr vergrösseren kann. Wenn der Druck, welchen die neuentstandenen Gewebe ausüben, sehr gross ist, muss die Bastfaserscheide spalten. Diesen Fall begegneten wir in der Galle von Aegeria uniformis auf Commelina communis[2]) gebildet. In den Präparaten kann man keine deutliche schwache Stelle in dieser Scheide finden. Es ist nun bemerkenswert, dass die Galle so entsteht, wie man theoretisch vorhersagen könnte. Wenn man in der Scheide eine bestimmte schwache Stelle anweisen könnte (wie wir das bei einer anderen Galle gefunden haben), dann müsste

1) **Houard. Seite 298 u. f.**

2) **Berichte der Deutsche Botan. Gesellschaft 1910.**

die Galle auch immer an dieser einen Seite entstehen. Da dies nicht der Fall ist, kann man erwarten dass die Galle das eine Mal auf dieser Seite, das andere auf einer anderen Seite entsteht, gerade dort wo die Bastfaserscheide zufällig eine schwache Stelle aufweist. In der Tat entsteht die Galle ganz willkürlich einmal an dieser Seite, dann wieder an einer anderen Seite des Stengels. Diese Commelina-Galle besitzt also keine Symmetrieachse, sondern eine Symmetriefläche. Die geöffnete Bastfaserscheide bleibt an der nicht geschwollenen Seite des Stengels unverändert liegen.

In der Stephaniagalle [1]) haben wir nun ein sehr instruktieves Beispiel einer anderen Entwicklung gefunden. Auch in dem Stengel dieser Pflanze ist der Gefässbündelring umgeben von einer geschlossenen Bastfaserscheide. Diese ist aber nicht zylindrisch wie bei dem Commelina-Stengel, sondern sie besitzt ebensoviele Einbiegungen, wie Markstrahlen vorkommen. Die Elemente dieser Einbiegungen sind nicht so stark verholzt, wie die übrigen Teile der Bastfaserscheide. Die Zellen sind auch etwas grösser. Die Scheide besitzt also einige viel schwächere Stellen. Da die unter dem Einfluss des Gallenreizes sich entwicklenden Gewebe einen ganz regelmässigen Druck nach allen Seiten hin ausüben, bricht die Bastfaserscheide an diesen schwächeren Stellen und wird in ebenso viele Teile zerrissen, wie Gefässbündel bestehen. Die auseinandergerissenen Stücke bleiben weiter unverändert liegen. Auf diese Weise entsteht wieder eine Galle mit Symmetrieachse.

Also kurz: die Markgallen entwickeln sich regelmässig radial um eine Achse, welche auch die Achse des Stengels selbst ist, allein wenn beim Anfang der Infektion ein schon ganz geschlossenes, regelmässiges Sklerenchymband

1) Kap. I dieses Artikels.

gebildet ist, entwickelt sich eine Galle, die eine Symmetriefläche besitzt.

B. Durchlüftungsgewebe.

Besonders deutlich sind die Lentizellen auf der Oberfläche der erwachsenen Stephania-Galle entwickelt. (Figur 17). Solange die Galle noch jung und grün gefärbt ist, entstehen noch keine Lentizellen. Sie sitzen vornehmlich in Reihen über einander, welche den Markstrahlen gegenüber liegen. Lentizellen sind auch auf anderen Gallen wahrgenommen, speziell auf den Nematusgallen auf Salix grandiflora. Auch die Aphidengallen sind nach Küster[1]) besonders reich an Lentizellen. Dass diese Lentizellen bei dem Gasaustausch funktionieren, fällt wohl nicht zu bezweifeln, warum sie aber in der einen Galle nicht vorkommen in der anderen dagegen sehr schön entwickelt sind, lässt sich so bequem nicht erklären. Wir wissen von der Physiologie der Gallentiere ungefähr nichts. Man hat oft versucht, die lockeren Gewebe, welche die äusseren Schichten vieler Cynipidengallen bilden, als Durchlüftungssystem zu deuten. Küster[1]) sagt aber bereits, dass auch bei pathologischen Produkten andere Arten solcher Zellformen entstehen können, obschon bei diesen nie von einem Zweck geredet werden kann. Die Cynipidengallen besitzen aber innerhalb dieser lockeren Gewebe, ein Gewebe, das aus sehr stark verholzten, dicht aneinander schliessenden Sklerenchymzellen besteht, diese Schicht ohne Interzellulare wird bei dem Luftaustausch wohl nicht besonders mitwirken. Vorläufig ist über diese ganze Frage noch nichts wertvolles zu berichten.

1) E. Küster. Path. Pflanzenanatomie 1903. Seite 256 u. f.

C. Über Kallus.

Wie wir in einem anderen Artikel [1]) erörtert haben, kann man die Gallen ihrer Entwicklung nach in drei Gruppen einteilen. Die Repräsentanten der ersten Gruppe entstehen durch einfache Weiterentwicklung, Teilung und Differenzierung der zur Zeit der Infektion vorhandenen Gewebezellen. Die der zweiten Gruppe (die Kallus- oder Plastemgallen) entwickeln sich aus einer kallusähnlichen Wucherung, welche aus den vom Gallenreiz betroffenen Stellen entsteht. Bei der Entstehung der Repräsentanten der dritten Gruppe arbeiten beide Prozesse zu gleicher Zeit, oder nach einander. Die von uns untersuchten Markgallen gehören offenbar zu der ersten Gruppe. Die Entstehung von Kallusgallen und die verschiedenen Besonderheiten, die sich bei deren Entwicklung auftun, haben uns in dem obenzitierten Artikel schon ausführlicher beschäftigt. Die Entwicklung einer Galle aus der dritten Gruppe haben wir in unserem ersten Beitrag zur Kenntnis der Gallen von Java beschrieben. [2]) Ausserdem sind von dieser Gruppe schon verschiedene Gallen untersucht worden. [3])

Wenn man ein Loch in einen Stengel bohrt, entwickelt sich nach einiger Zeit ein Kallusgewebe, welches das Loch wieder ausfüllt. Die neuentstandenen Zellen entwickeln sich nach der Seite des Loches hin. Bei der Entwicklung

1) W. u. J. Docters v. Leeuwen—Reijnvaan. Über die Entw. einiger Milbengallen. Ann. du Jardin botan. de Buitenzorg 1909.

2) W. u. J. Docters van Leeuwen-Reynvaan. Über die Anatomie und Entw. der Galle auf Erythrina lithosperma von einer Fliege gebildet. Recueil d. Trav. botan. Neerlandais, Vol. VI. 1909. S. 67.

3) Büsgen. Zur Biologie der Galle von Hormomyia fagi. Forstl. Naturw. Zeitschr. 1895 Bd. V. Seite 9.

O. Appel. Über Phyto- und Zoomorphosen. Königsberg 1899.

von Markgallen ist dies jedoch ein anderer Fall. Hier teilen sich die Zellen in der Umgebung der Wundfläche (Wand des von der Larve ausgefressenen Ganges) sehr stark, die Kammer wird aber nicht verkleinert, in Gegenteil die neuentstandenen Zellen und Gewebe entwickeln sich nicht nach dem Innern, sondern nach aussen und bilden so eine Schwellung des infizierten Stengels. Dies ist offenbar ein anderer Prozess, als bei einer gewönlichen Kallusbildung. Über die Einflüsse, welche die Larve ausübt, damit kein Kallus entsteht, die Gewebe sich aber nach aussen entwickeln, fällt zur Zeit noch nichts zu sagen.

Über die Entstehung von Kallusgeweben in inneren Wunden ist neuerdings eine ausführliche Arbeit von Simon [1]) erschienen, die wir leider nur aus Referaten kennen. Wir waren damit beschäftigt Experimente in dieser Richtung zu unternehmen. Dieser Artikel und die Entdeckung der Crotalariagalle haben uns veranlasst, von weiteren Untersuchungen abzusehen. Wir wollen hier noch etwas mehr über die Kallusbildungen sagen, welche die Nahrung für die Larve liefern, und die wir zusammengefasst haben unter den Nahmen von „Nahrungskallus." [2]) Wir haben einen solchen Nahrungskallus nun schon bei verschiedenen Gallen gefunden. Sehr schön ist dieser in den Gallen der Erythrina und in der Schmetterlingsgalle auf Crotalaria zu finden; aber ausserdem auch noch bei den Gallen von Schmetterlingen auf Breynia racemosa [3]) und auf Nicotiana [4]) spec.

---

1) S. Simon. Experimentelle Untersuchungen üb. die Entstehung von Gefässverbindungen Ber. d. Bot. Ges. 1908. Bd. XXVI.

2) loc. cit. Galle von Erythrina. Seite 97.

3) J. u. W. Docters v. Leeuwen-Reijnvaan. Einige Gallen aus Java II. Beitrag. Marcellia Vol. VIII. 1909. N. 25.

4) Kap. IV. dieser Abhandlung.

Bei der Galle auf Erythrina lithosperma lebt die Larve in der ersten Zeit von dem Nahrgewebe, das aus dem Gallplastem gebildet wird. Erst, wenn die Zellen dieses Gewebes verzehrt sind, entwickeln sich Kalluswucherungen, welche aus den von der Larve gesparten Markzellen oder, wenn diese ganz verzehrt sind aus den Markstrahlen, welche zwischen den Holzteilen liegen, entstehen. Alle Kallusgewebe entwickeln sich aus parenchymatischen Gewebezellen. Bei der Crotalaria-Galle ist die Sache etwas komplizierter. Die Raupe frisst sich erst einen Gang im Innern des Stengels aus und lebt in dieser Zeit also von den normalen Gewebezellen. Nach einiger Zeit, wenn die Kammer ganz ausgebildet ist, fängt die Entwicklung von Kalluspfropfen an, die weiter ausschliesslich die Nahrung für die Larven liefern. Es ist nun interressant nachzuforschen, aus welchen Geweben sich diese Kalluspfropfen entwickeln können. Wie wir schon bei der Beschreibung dieser Galle mitgeteilt haben, kann die Wand der Larvenkammer in einer Galle, in verschiedenen Höhen und von verschiedenen Gewebearten gebildet sein, je nachdem die Raupe das Mark, oder auch das Holz, Kambium oder Rindenparenchym freigelegt hat. All diese Gewebe können sich an der Bildung des Nahrungskallus beteiligen; allein die Epidermis wird, wie zu erwarten war, niemals freigelegt, sodass wir dieses bei der Besprechung dieser Tatsachen nicht weiter anzuführen brauchen. Je nachdem die Raupe sich in einen älteren oder jüngeren Stengel einbohrt, sind auch die Gewebe in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung, sodass wir hier allerlei Besonderheiten nachgehen konnten.

Wird der Stengel im jugendlichen Stadium infektiert, wenn nur die primären Gefässe und die Bastfasern verholzt sind, so wird auch die Wand der Kammer ganz oder jedenfalls zum Teil von parenchymatischen Zellen gebildet. Entweder das Mark, oder die noch sehr breiten Mark-

strahlen, oder auch die Zellen der Rinde, können sich dann an der Kallusbildung beteiligen. Die verholzten Gefässe und die Holzzellen, sowie die Bastfasergruppen bleiben unverändert liegen. In vielen Fällen liegen die primären Gefässe wie kleine Inseln in den üppigen Kalluspfropfen, welche aus parenchymatischen Zellen entstanden sind. Bemerkenswert ist hierbei noch, dass alle Kalluspfropfen, aus welchen Geweben sie auch entstehen mögen, im Bau völlig übereinstimmen. Tracheiden können sich in allen entwickeln.

Auch wenn der Stengel schon etwas älter ist, wie im vorigen Falle, sodass die ersten secundären Verholzungen bereits aufgetreten sind, finden sich doch immer noch, sei es auch nur schmälere, parenchymatische Markstrahlen, welche die Kalluspfropfen liefern können. So war es z. B. bei der in Figur 6 abgebildeten Galle, wobei deutlich zu sehen ist, dass die Kalluspfropfen aus den Markstrahlen nach Innen ausgewachsen sind. Auch in diesem Fall beteiligen sich die verholzten Zellen nicht an diesem Prozess.

Anders aber wird die Sache, wenn die Stengel beim Anfang der Infektion älter sind, sodass ein ganz geschlossener Holzring um das Mark herum gebildet ist. Mit diesen Gallen, die leider nicht soviel vorkommen, wie die vorigen, wollen wir uns noch etwas näher beschäftigen. Je nachdem die Raupe den Bohrgang nur im Zentrum oder auch mehr azentrisch ausgefressen hat, wird die Wand von anderen Zellenarten gebildet, wobei wir folgende Fälle gefunden haben. Ist der Stengel sehr kräftig, sodass auch das Mark gut entwickelt ist, so kann es vorkommen, dass die Raupe das Holz nicht berührt und die Wand ihres Ganges fast nur von Markzellen gebildet wird. Dann jedoch werden auch die Kalluspfropfen nur von den Markzellen geliefert. Ist der Stengel etwas dünner als im vorigen Falle, so wird die Raupe entweder nur einen Teil des Holzes, oder dieses ganz verzehren. Im letzteren Fall wird das Kambium

oder werden die Rindengewebe freigelegt, im ersteren Fall besteht die Wand der Gallenkammer nur aus Holz. Das Holz besteht aus Gefässen, aus Holzzellen und Holzfasern, deren Wände schon stark verholzt und schön getüpfelt sind. Wie Winkler [1]) schon mitteilt ist das Holzparenchym bei vielen Crotalaria-arten wenig entwickelt. Wird das Holz nun von der Raupe freigelegt, so können sich sowohl die Holzzellen, Holzfasern, ja bisweilen selbst auch die noch lebenden Gefässe an der Kallusbildung beteiligen. Speziell die Längsschnitte der untersten Gallenteile sind zum Studium dieser Kallusbildung sehr geeignet. In Figur 8 haben wir einen Teil des Gallenbodens abgebildet. Der Holzteil ist schwarz gezeichnet. Man erkennt die beiden jungen Kalluspfropfen, welche keilförmig nach unten ins Holz eindringen. In diesem Fall wurden diese Kallusgewebe nur aus Holzfasern gebildet. In Figur 10 findet man einen Teil der Figur 18 vergrössert abgebildet. Die Holzfasern mit ihren getüpfelten, verholzten Wänden werden auseinander gedrungen durch ein parenchymatisches Gewebe. Die Fasern in nächster Nähe dieser dünnwandigen Zellen sind nicht mehr so schön getüpfelt, ihre Wände verschwunden. In den Präparaten, die mit schwefelsaurem Anilin gefärbt waren, war dies noch deutlicher, sodass die Zellen oft ganz gefüllt erschienen von einer gelben Flüssigkeit. Oft findet man zerstreut im Zytoplasma runde Tropfen eines Stoffes, der sich hellgelb gefärbt hat. In der Umgebung dieses Kallus werden also auch die anderen Holzfasern mehr und mehr dünnwandig, der Holzstoff wird wieder gelöst. Die sechs untersten dünnwandigen Zellen aus Figur 10 waren wahrscheinlich aus zwei Holzfasern gebildet. Noch interessanter ist Figur 11. Hier ist eine Holzfaser abgebildet, die inmitten der übri-

1) F. Winkler. **Beitr. z. vergl. Anat. der Gatt. Grotalaria und Prioritropis. Inaug. Dissertat. Erlangen 1901. Seite 20.**

gen noch verholzten Fasern schon deutlich dünnwandig geworden war. Das Zytoplasma, das unter Einfluss des Alkohols etwas kollabiert ist, war trübe von den grossen, sich mit schwefelsaurem Anilin färbenden Tropfen, sodass die Kerne nicht zu sehen waren. Diese Holzfaser weist ausserdem eine Querwand auf. Die so geteilte Faser liegt nun zwei Fasern weit von dem Boden der Galle entfernt, die höherliegenden Fasern sterben ab und werden braun, sie werden bald von den sich entwickelnden Kalluszellen aufgehoben und endlich zerrissen. Noch lange findet man sie auf der Oberfläche der Kalluspfropfen liegen.

Auch die Holzparenchymfasern können sich an dieser Kallusbildung beteiligen. Ja selbst die Gefässe, welche schon verholzte Wände besitzen, können dünnwandig werden und sich teilen. Es ist also ohne Zweifel, dass alle lebenden Elemente des Holzes sich an der Kallusbildung beteiligen können. Nur einige Male fanden wir Thyllenentwicklungen; diese haben an der Kallusbildung weiter keinen Anteil.

Selbst die noch lebenden, aber schon stark verholzten Bastfasern werden oft dünnwandig, wenn sie in der Nähe der Gallenkammerwand zu liegen kommen. Die Wände der Faser zerfliessen und ihr Inneres füllt sich ganz mit feinen, sich mit schwefelsaurem Anilin färbenden Körnern (Figur 13, 14 und 15). In Figur 13 ist die rechte Bastfaser schon geteilt, man sieht aber, dass die Wände noch verdickte Stellen aufweisen.

Während sich bei der Crotalariagalle auch verholzte Gewebe an der Kallusbildung beteiligen können, ist dies bei der Erythrina- und Nicotianagalle nicht der Fall. Bei der Erythrinagalle [1]) kamen in der Wandbekleidung

1) W. u. J. Docters van Leeuwen—Reijnvaan. Anat. u. Entw. d. Galle auf Erythrina lithosperma Miq. etc. Recueil d. trav. bot. Néerlandais. Vol. VI, 1909. Seite 86.

der Larvenkammer, auch wenn die Larve alle Mark- und primären Nährzellen verzehrt hatte, immer die dünnwandigen Elemente der Markstrahlen vor. Diese Elemente lieferten bei dieser Galle dann die Kalluspfropfen. Die Nicotianastengel werden in sehr jugendlichen Stadien infiziert, wenn die primären Gefässe noch nicht einmal ausgebildet sind. Immer sind es dünnwandige Zellen, seien es die des Markes, oder die der Zentralzylinderanlagen, welche den Nahrungskallus liefern. Während nun die Zellen des Kallus bei der Crotalaria-Galle, aus welchen Geweben sie auch ihren Ursprung nahmen, einander völlig ähnlich sahen, sind die beiden Kallusgewebe der Nicotianagalle, welche aus Markelementen oder Zentralzylinderlementen entstehen, voneinander grundverschieden. Die ersteren liefern einen grosszelligen Kallus, der wieder aus wasserreichen Zellen besteht. Die zweiten geben ein sehr kleinzelliges Gewebe, dessen Zellen mit sehr viel Zytoplasma gefüllt erscheinen.

Auch im Bohrkanal der Larve kann dann und wann Kallus entstehen. In den meisten Fällen gräbt die Raupe sich einen Weg, sobald sie aus dem Blattstiel in den Stengel angekommen ist, welcher quer zur Längsachse des Stengels bis in das Mark verläuft. Von nun ab frisst die Raupe einen Kanal, der nach oben und unten im Marke des Stengels zur Larvenkammer wird. Die Stelle des Bohrkanales, an der dieser in die Gallenkammer übergeht, also gerade dort, wo er den Zentralzylinder durchbohrt, kann Kallus erzeugen. Hier entsteht aber kein üppiges Kallusgewebe. Einige Wandzellen des Bohrkanales werden grösser, und bilden kleine Zellketten von ungefähr zwei oder drei Zellen. Siehe Figur 21. Noch merkwürdiger ist der in Figur 20 abgebildete Fall. In dieser Galle war die Raupe, wenn sie aus dem Blattstiel kam, nicht direkt ins Mark weitergedrungen, sondern sie hatte einen sehr langen englümigen Kanal nach unten ausgegraben, der ungefähr in der

Zentralzylinderanlage und immer paralel mit der Längsachse des Stengels verlief. Erst als sie sehr fern nach unten vorgerückt war, bildete sei eine Kammer im Marke. In diesem Kanal, speziell an der Unterseite, sind nun eigentümliche Zellen entstanden. Über die ganze Länge des Kanales bildeten sich üppige Kalluspfropfen. Die Wand des Bohrkanales bestand zum Teil aus parenchymatischen Zellen, zum Teil aus solchen des Gefässbündelringes. Nur die letzteren beteiligten sich an der Kallusbildung. Auf einem Querschnitt der Galle, sah man von beiden Seiten des Kanaldurchschnittes einen Kalluspfropfen nach innen vordringen. (Figur 19). Diese Kallusgewebe waren den im Innern der Larvenkammer bei anderen Gallen entstandenen sehr ähnlich, und waren kleinzellig. Mehr nach unten war die Kallusbildung nicht so reichlich entwickelt, und traten andere Zellenformen auf; ganz unten im Stengel entstanden keine hyperplastischen, sondern hypertrophischen Gewebe. Die primären Gefässbündel waren schon ausgebildet und verholzt (Figur 20 Xy). Die noch nicht verholzten Zellen teilten sich nun nicht, sondern verlängerten und vergrösserten sich enorm. So entstanden lange keulenförmige oft selbst flaschenförmig-verdickte Zellen, welche in dichten Knäueln das Lumen des Bohrkanales beinahe ausfüllten. Merkwürdig war hierbei, dass die Wände der hypertrophierten Zellen verholzt und schön getüpfelt waren. Auch Küster [1]) nennt einen Fall, wo hypertrophierte Zellen aus dem Wundrande eines Cattleyablattes Membranverdickungen aufwiesen.

Es ist natürlich nicht sehr leicht, sicher auszufinden, warum im untern Teil des Bohrkanales hypertrophische und übrigens hyperplastische Gewebe entstanden sind. Der Bohrkanal zerstört einen Teil des Zentralzylinders, sodass

1) E. Küster. Pathol. Pflanzen-Anatomie 1903. Seite 95. Figur 26.

das Wasser an dieser Stelle wahrscheinlich nicht schnell aufsteigen kann. An der Unterseite des Kanales kann also eine reichere Wassermenge vorhanden sein als in den mehr nach oben gelegenen Teilen. Auch andere Fälle sind schon bekannt, die zeigen dass in feuchter Luft die Bildung von Hypertrophien sehr gefördert wird.

Die verschiedenen Ansichten über Kallus und Kallusbildung sind in letzter Zeit von Küster[1]), Krieg[2]) und Lodewijks[3]) ausführlich besprochen. In den Publikationen dieser drei Forscher kann man die Litteratur der verschiedenen Untersucher, welche über Kallus gearbeitet haben, nachschlagen. Wie zu erwarten war, sind die verschiedenen Autoren über die Frage, welche Gewebe sich an der Kallusbildung beteiligen und welche nicht, sehr verschiedener Meinung.

Fasst man die Ansichten der verschiedenen Forscher kurz zusammen, so kommt man zu dem Resultate, dass fast alle die Entwicklung von Kallus aus Elementen des Kambiums, der jungen Rinde und der jungen Markzellen gefunden haben. Über die Beteiligung der anderen Gewebearten sind die Meinungen mehr oder weniger geteilt. Massart[4]), Küster und Lodewijks sind der Ansicht, dass alle lebenden Gewebezellen im Stande sind Kallus zu bilden. Küster[5]) behauptet aber, dass man bei den Zellen des Holzparenchymes kaum noch von der Fähigkeit,

1) E. Küster. Pathol. Pflanzen-Anatomie 1903. Seite 153 u. f.

2) A. Krieg. Beitr. zur Kenntn. der Kallus und Wandholzbildung geringelter Zweige, Würzburg 1908.

3) J. A. Lodewijks. Vegetatieve Vermenigvuldiging van Oenothera's. Inaug. Dissertation, Amsterdam 1908. Seite 52 u. f.

4) J. Massart. La cicatrisation chez les végétaux. Mém. cour. de l'Ac. de sciences de Belgique, 1898. Tome LVII.

5) E. Küster, l. c. Seite 162.

einen Kallus zu bilden, sprechen könne. Lodewijks, der *Oenothera*-Stecklinge und *Taraxacum*-Wurzeln untersuchte, hat sich speziell die Frage gestellt, welchen Anteil die Holzelemente an der Kallusbildung haben, und kam zu den Resultaten dass alle lebenden Elemente des Holzes zur Bildung von Kallus im Stande sind. Auch die Zellen des Holzparenchyms bilden kleine Zellengruppen, welche aus der Schnittfläche emporwachsen und dieser eine eigentümlich glänzende Oberfläche verleihen.

In den meisten Fällen sind die Untersuchungen über Kallus an Stecklingen gemacht worden. Die ganze Schnittfläche mit all ihren Elementen wird dabei freigelegt. Diese Elemente besitzen aber gar nicht alle dieselbe Fähigkeit Kallus zu bilden. Einige tun es äusserst leicht, andere hingegen um so schwerer. Es ist also ohne weiteres klar, dass gewöhnlich die ersteren Kallus bilden, während die letzteren sich wenig, oder gar nicht an diesem Prozess beteiligen. Von allen Geweben ist das Kambium dasjenige, das am ehesten Kalluszellen liefert; oft nur durch mannigfaches Einschneiden der von diesem Gewebe gebildeten Pfropfen können dann auch andere Gewebezellen zur reichlichen Kallusbildung getrieben werden. Wir haben hier also eine Art Korrelation vor uns. Durch die Üppigkeit, womit die Kambiumzellen wuchern, wird das Entwicklen von Kallus aus anderen Gewebearten verzögert, ja sogar ganz gehemmt. Verschiedene Zellen, wie die Elemente des Holzes, beteiligen sich denn auch fast nicht bei der Kallusbildung. Ausserdem verhalten sich nicht alle Pflanzen in dieser Hinsicht gleich. Man muss also sehr vorsichtig sein, wenn man aus diesen Untersuchungen Schlüsse ziehen will, über die Fähigkeit zur Kallusbildung bei den verschiedenen Gewebearten.

Diese ganze Frage würde viel klarer zu behandelen sein, wenn man im Stande wäre, die Versuche so anzustellen,

dass nur ein bestimmtes Gewebe mit Ausschaltung aller anderen, sich entwickeln könnte. Begreiflicherweise lässt sich das leichter sagen, als experimentell ausführen. Ganz anders wird die Sache, wenn ein Tier die Experimente für uns übernimmt. Tiere arbeiten ungemein feiner.

Die Raupe von *Grapholita subrufillana* frisst sich einen Kanal im Innern des Stengels. Die Wand dieses Kanales ist die einzige Stelle, wo sich Kallus entwickeln kann. Jedesmal wird also eine Gewebeart freigelegt, und mit Ausschaltung aller anderen zur Kallusbildung getrieben. Speziell das Kambium, das bei den meisten Experimenten die Entwicklung von anderen Gewebearten sehr hemmt, wird bei dieser Galle in den meisten Fällen von der Kallusbildung ausgeschlossen. Kommt das Kambium frei, so entwickelt es sich auch hier rasch und stark.

Bisweilen kommt es vor, dass die Larve auf den Boden der Galle, speziell wenn der Stengel sehr dünn ist, verschiedene Gewebe neben einander freilegt. Ist der Boden nicht nur vom Mark und Holz sondern auch von Kambium gebildet, dann entwickelt sich nur dieses letztere Gewebe. Die Kambialkalluspfropfen überwucheren den ganzen Boden, wie man in Figur 7 sehen kann. In allen anderen Fällen wirkt der Reiz zur Kallusbildung nur auf eine Gewebeart. Hierdurch werden die Resultate um so wertvoller. Aus diesen Untersuchungen ist also klar zu ersehen dass alle Elemente eines Pflanzenteiles im Stande sind sich an der Kallusbildung zu beteiligen; dass aber die eine Gewebeart ungemein schneller auf den Kallusreiz antwortet, geht klar hervor aus den vielen Untersuchungen, welche bereits über diesen Punkt vorliegen. Hieraus folgt, dass alle lebenden Zellen einer Pflanze noch andere als die gerade für ihr Leben notwendigen Qualitäten besitzen müssen. Für die Kambiumzellen, die noch embryonal sind, ist dies ohne weiteres klar, bei den anderen Gewebezellen ist dies nur

durch Experimente zu beweisen, und ist jeder Beweis sehr willkommen. Um so jünger die Zellen sind, desto bequemer können sie sich in einer anderen Richtung, als die gewöhnliche entwickeln. Man kommt dadurch von selbst zu der Einsicht, dass in den jungen Zellen die verschiedenen Eigenschaften noch anders gruppiert sind, als bei den älteren. Über die Weise wie man sich diese Gruppierung vorstellen soll, ist zur Zeit noch nicht gut zu diskutieren. Vielleicht, dass auch hierbei die Korrelation eine Rolle spielt, dass also Eigenschaften, die fortwährend im Leben einer Zelle nötig sind, sich bequemer entwickeln, als die, welche meistens latent bleiben. Dass also gerade die Entwicklung der letzteren (latenten) von der üppigen Entwicklung der ersteren (aktiven) gehemmt wird.

RESULTATE.

1. Die Gewebe der vier von uns untersuchten Markgallen entstehen alle durch Weiterdifferenzierung der Zellen des jungen Stengels, ohne dass diese erst ein Kallusähnliches Gewebe (Plastem) gebildet haben.
2. Bei der Stephania-Galle beruht die Vergrösserung des Stengels zuerst nur auf Zelldehnung, erst später kommt auch Zellvermehrung dazu. Bei der Entwicklung der anderen Gallen arbeiten beide Prozesse zu gleicher Zeit.
3. Diese Gallen bestehen zum grössten Teil aus parenchymatischen Geweben, die sich aus dem Marke, den Rindenzellen und Markstrahlen der infizierten Stengel entwickeln.
4. Bei der Stephania-Galle wird die Nahrung für die Larve von den veränderten Markzellen geliefert, bei der Crotalaria- und bei der Nicotiana-Galle entsteht ein echter Nahrungskallus. Die Larven der Cucurbitaceen-Gallen, Cecidomyiden, leben vom Myzel eines Pilzes, das die Kammerwand bekleidet.
5. In einem Fall entstanden in dem Bohrgang der Raupe der Nicotiana-Galle hypertrophische Gewebe am unteren Teil und hyperplastische Gewebe am oberen Teil. Die hypertrophierten Zellen zeigten deutlich getüpfelte Wände.
6. Alle lebenden Elemente einer Pflanze sind im stande Kallus zu bilden.
7. Auf der Oberfläche der alten Stephania-Galle entstehen Lentizellen, wie wir solche bei den normalen Pflanzen nicht auffinden konnten.

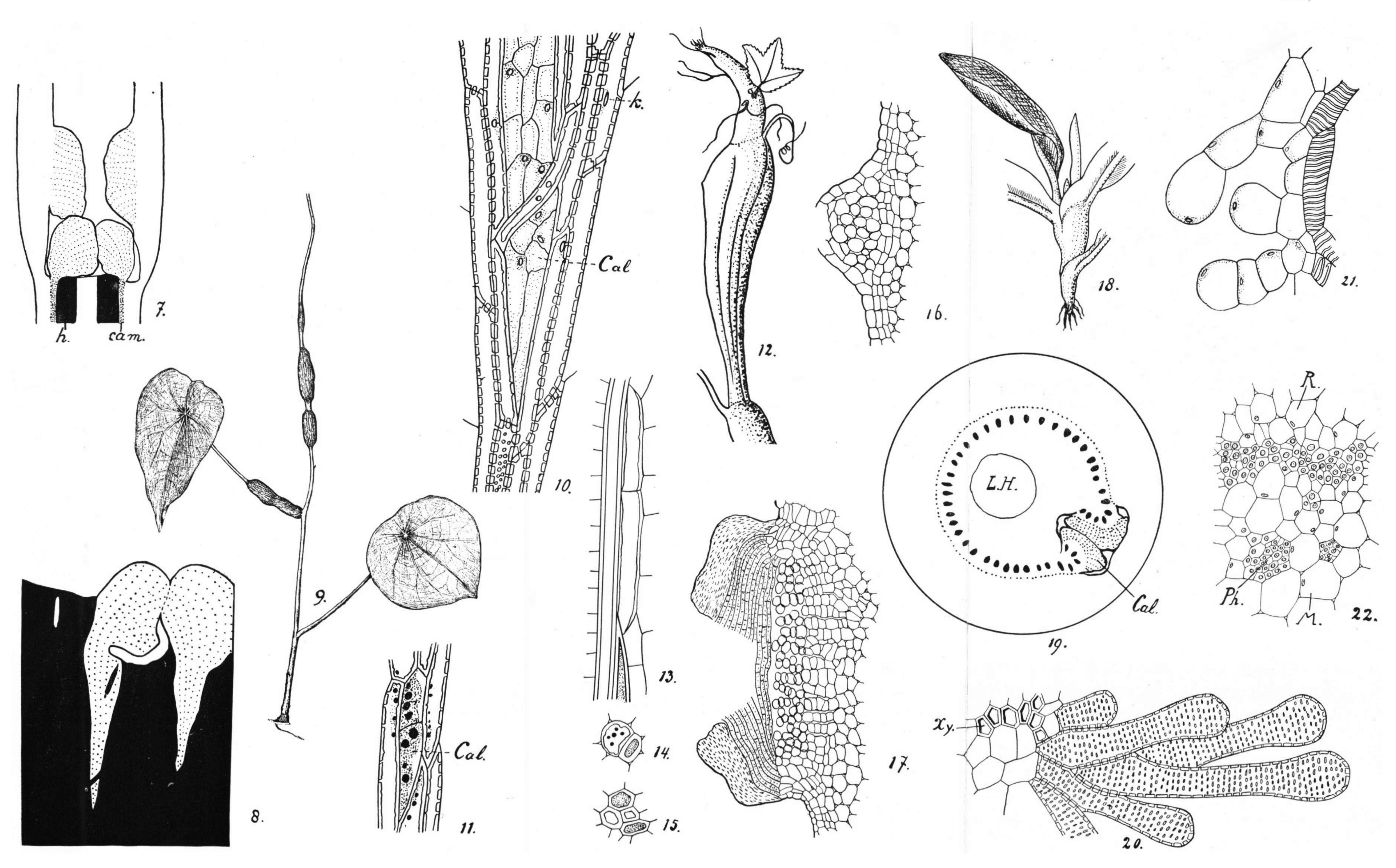
8. Die Markgallen entwickeln sich fast immer radial um eine Symmetrieachse; nur wenn zur Zeit der Infektion im Stengel eine ganz geschlossene Bastfaserscheide vorkommt, ohne bestimmte schwache Stellen, entsteht eine Galle, die eine Symmetriefläche besitzt.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

7. Längsschnitt einer jungen Crotalariagalle, worin die Kalluswucherungen aus dem Kambium zu sehen sind. h. = Holz. cam. = Kambium. × 10.
8. Längsschnitt des Gallenbodens von Crotalaria. Die beiden ganz jungen Kalluspfropfen entwickeln sich aus dem Holz, das schwarz gezeichnet ist. × 60.
9. Stengelgalle von einer Fliege auf Stephania discolor Spreng. gebildet. × 1.
10. Crotalariagalle. Entstehung von Kalluszellen aus lebenden Holzfasern. Cal. = Kallus. K. = Kern × 250.
11. Crotalariagalle. Eine Holzfaser, die dünnwandig geworden ist und sich geteilt hat. Cal. = Kallus. × 250.
12. Von einer Cecidomyide gebildete Stengelgalle auf Coccinea cordifolia Cogn. × 1½.
13. Bastfasern, die sich bei der Kallusbildung beteiligen. Die rechte Faser ist zum Teil schon dünnwandig geworden und hat sich geteilt. Unterste Faser mit Körner gefüllt. × 200.
14. Bastfaser im Querschnitt. Eine Faser ist zum Teil dünnwandig geworden. Die andere ist gefüllt mit Körner, die sich mit schwefelsaurem Anilin gelb gefärbt haben. × 200.
15. Wie bei der vorigen Figur. Faser noch nicht dünnwandig geworden. × 200.

16. Lentizelle auf einem erwachsenen Stengel von Stephania discolor. × 50.
17. Lentizelle auf einer erwachsenen Galle auf Stephania discolor. × 50.
18. Eine Galle, die von Lita solanella auf einer jungen Pflanze von Nicotiana Tabacum gebildet worden war. Nat. Grösse.
19. Querschnitt der in der vorigen Figur abgebildeten Galle. In dem Bohrkanal der Raupe ist eine Kallushyperplasie entstanden. L. H. = Larvenhöhle. × 10.
20. Hypertrophische Zellen mit getüpfelten Wänden, welche im unteren Teil des in der vorigen Figur abgebildeten Bohrkanales entstanden sind. Xy. = Xylem. × 250.
21. Die Wandzellen aus dem unteren Teil eines Frassganges bilden kleine Zellenketten. × 250.
22. Teil eines Querschnittes durch die Zentralzylinderanlage eines jungen Nicotianastengels. Ph. = Gruppen von Zellen, welche die inneren Phloeme liefern. M. = Markzellen. R. = Rindenparenchym. × 150.

Durch ein Versehen ist die Vergrösserung der Figuren im Texte unrichtig angegeben. Die Figuren 1, 2, 3 und 4 sind 40 Mal, die Figuren 5 und 6 sind 12 Mal vergrössert.


7.
h.
cam.
8.
9.
k.
Cal
10.
11.
Cal.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
L.H.
Cal.
19.
xy.
20.
21.
R.
Ph.
M.
22.